

6
PLANTARUM VASCULARIUM
FOLIA, CAULIS, RADIX

**UTRUM ORGANA SINT ORIGINE DISTINCTA,
AN EIUSDEM ORGANI DIVERSAE TANTUM
PARTES.**

DISSERTATIO
INAUGURALIS BOTANICA
QUAM
CONSENSU ET AUCTORITATE
AMPLISSIMI PHILOSOPHORUM ORDINIS
IN
ALMA LITTERARUM UNIVERSITATE
FRIDERICA GUILIELMA
AD
SUMMOS IN PHILOSOPHIA HONORES
RITE CAPESSENDOS
DIE XIII. M. MAII A. MDCCCXLVIII.
H. L. Q. S.
PUBLICICE DEFENDET
AUCTOR
IOANNES HANSTEIN
POSTAMPIENSIS.

OPPONENTIBUS:
ERNESTO BRANDT STUD. PHIL.
THEODORO JACOB DR. PHIL.
REINHOLDO JOHOW REF. CAM. REG.

HALAE
TYPIS IMPRESSUM GRBAUERNIS.



AUGUSTO JACOB

TUTORI OPTIMO

AUCTOR.



NOTED

Primales plantae partes dicuntur radix, caulis, folia, flores. Quae forma quidem externa satis distinctae, ad internam tamen naturam et iudolem singulis peculiarem quod attinet, non penitus perspectae atque cognitae sunt. Illarum igitur definitio, etiamsi ad species plantarum inter se discernendas sufficiat, parum utique valet ad vitae illius, quam vegetabilem appellare consuevimus, rationem singularem explorandam; quam nimirum non prius intelliges, quam ipsum vitae apparatus recte cognoveris.

Animalibus corpora sunt certis formis constructa, ac distinctis praedita organis, quae sua quodque vitali actione funguntur. Quorum et structura et incremento cognitis, intueri licet vitae animalis rationem. Plantae vero quum recentibus additis partibus in perpetuum crescant, formis illis definitis plane carent.

Quum igitur ad exstruendam plantam similes semper repetantur formae, diversae actiones vitae propriis organis addictae non esse videntur, sed potius in omnes partes aequaliter fere distributae. Quodsi quis radices plantarum velut ora, folia velut pulmones, caulem velut intestinum esse vult, ea comparatio illico minus accurata cernitur. Neque enim

sola radice materiam hauriri altricem, neque foliis solis respirari inter omnes constat. Alia igitur vis est organis, quae dicunt, vegetabilibus, alia animalibus. Quare diversa via ingredienda erit, ut quid partes illae in plantarum vita valeant intelligamus, certioresque fiamus, utrum re vera sint organa naturaliter distincta, an partes tantum, quamvis divergentes formis, tamen aut structura, aut functione, aut origine simillimae.

Sic jam dudum cognitum est, quidquid foliacei in caulis ambitu positum sit, aut verum esse folium aut folii quam dicunt metamorphosin. Itaque partibus illis, quae primo ad spectu diversissimae possint videri, jam in unam notionem collectis, duo tantum restant organorum genera principalia, folia scilicet vel appendices, et, quibus ubique adnata sunt, partes centrales vel axes. Quae quidem plantae partem componunt ascendentem, descendentem tamen sive radici sunt opposita.

At hae quoque differentiae, si externa tantum specie nituntur, haud multum valent ad naturam vegetabilem accurate perspicendam, quum facillime partes invenires, quae utrum axi essent tribuendae, an appendici, vix diceres. Itaque ex anatomia potius et e totius plantae incremento illius diversitatis ratio quaerenda est, ne, fallaci specie adducti, in diversum trahamus, quae simillima sint, quin etiam eadem.

Antequam vero, quid axis sit, quid appendix, in ipsa natura observare aggredimur, quomodo partium illarum naturam hucusque perceperint botanici, paucis jam verbis in memoriam liceat revocare.

I. Aliorum placita.

Major est appendicum omnium similitudo, quam quae diligentius intuentem effugere diu potuisset. Itaque omnem appendicem aut folium esse aut folii metamorphosin, primum jam Linnaeus perspexit. Putavit vero ille, ad florem producendum folia, quae in sexennium essent praeparata, uno anno quasi anticipari, simulque proferri. Quare e diversis; quae caulem componunt, stratis eorum deduxit originem, ita ut primi anni folia seu folia vera, et secundi seu bracteas, et tertii sive calycis sepala e cortice prodire, quarti vero anni folia seu petala e libro, quinti sive stamina e ligno, sexti denique sive carpella e medulla nasci existimaret. Etsi igitur non ipsam perspexerit originem, similitudinem certe foliacearum partium recte cognovit.

Secutus est eum celeberrimus Goethe, qui simili quadam ratione, externam tantum intuitus speciem, simillimas esse atque inter se cognatas cunctas appendices, aliamque oriri ex alia, vel folium quoddam primitivum gradatim in diversissimas illas formas quasi mutari, exposuit.

Quam quidem doctrinam, postquam illi viri sua uterque ratione constituerunt, quamquam multi hucusque refutarunt, plurimi tamen nostrae aetatis botanici et acceperunt et gravissimis argumentis comprobaverunt. Quamvis vero inter omnes fere constet, plurimas plantarum partes, ut pistilla, stamina, petala, sepala, bracteas, nihil omnino esse nisi mutata folia, tamen id ipsum folium, quid sit, quomodo oriatur, quibus indiciis a caule differat, minus apertum est. Propriam folii naturam in eo tantum omnes posuerunt, quod sit axis appendix.

Longum vero est et a nostro proposito alienum, omnium, qui ab illis Linnaei temporibus hac in re elaboraverint, varias perlustrare sententias, praesertim quum, quamvis singulis in rebus, quam quisque rationem secuti, quodammodo differant, omnino tamen hac una omnes nitantur conjectata doctrina, axem et appendices diversa vel etiam opposita repraesentare organorum systemata. Nostris vero temporibus prae ceteris excellentissimus Schleiden *) hanc sententiam exposuit. Qui quidem sic fere disserit: ubique se vidisse, axem adesse, priusquam folia nascantur, et ea semper sub axis vertice ex ejus latere prodire, neque id minus in quavis gemmula, quam in ipso embryone, esse apertum. Embryonem enim prius conformem esse et cylindraceum, deinde sub apice tubercula quaedam emitti, aut duo opposita, aut unum tantum circulare, futurorum foliorum quasi germina, paullatimque ea in folii formam augeri. Prius igitur esse centrale illud, quod cetera ferat, organum, sive axem dicis sive caulem, posteriora ubique, quae ex illo oriantur, folia. Crescere axem in infinitum atque augeri, appendices esse et forma et incremento definitas.

Eodem fere modo, quo Schleiden, foliorum originem, omissis ceteris, Eugenius a Mercklin **) explicat. Aequè enim folium nasci docet post axem, quippe qui ubique sit prior. Attamen, re accuratissime observata, neque in gemmis quibusdam, neque in embryone ullum axem supra cotyledones vel folia, nisi punctum quoddam in cogitatione potius quam in ipsa natura positum se animadvertisse, ipse idem confitetur.

*) Schleiden, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik.

**) E. v. Mercklin, zur Entwicklungsgeschichte der Blattgestalten.

Ceteri similiter rem exponunt. Itaque omnes inter se consentiunt, axem esse partem quandam separatam, quae folia ipsa gignat atque emittat, et hunc quidem priorem esse, posteriora folia, nullam omnino inveniri plantae partem, nisi aut folii aut axis metamorphosi ortam, quae quidem diversa sint organa principalia.

Sunt vero, qui illam differentiam plane negent, qui non ex axe quodam variisque ejus appendicibus, immo vero ex partibus quibusdam individuis, aequalibus inter se vel certe similibus, plantas contendunt esse exstructas, qui non partibus alteris alteras tribuant vitae actiones, sed cuique parti individuae omnibus vitalibus simul fungendi negotiis potentiam inesse existiment. Neque igitur accrescere plantam prolongato axe, emissisque ex eo appendicibus, sed recentibus perpetuo particulis individuis extrinsecus superpositis. Neque unum esse caulem, qui folia agat multa, sed ex tot articulis, quot folia ferat, compositum, ita ut sua cuique folio caulis particula sit tribuenda.

Quos quidem plantae articulos „anaphyta” nominat ingeniosus C. Henricus Schultz *), optimoque jure demonstrat, individuum non esse totam plantam, sed nihil in ea individuum, nisi id ipsum anaphyton. Attamen non plane rejecit illam inter caulem et folia differentiam, sed potius cuique anaphyto et caulis articulum et folium censet tribuendum, varioque modo singula plantae organa tum ex axibus tum ex appendicibus mutatis constare exponit. Inter haec vero formae potius quam indolis esse differentiam.

Exstiterunt denique, qui non satis ducerent, dividere caulem in articulos cum singulis foliis singula illa individua constituentes, sed qui differentiam illam plane alienam exi-

*) C. H. Schultz, die Anaphytose der Pflanzen.

stimarent a natura, neque aliud quid esse contenderent caulem, nisi quoddam e foliis aut compositum aut certe productum.

Et primus quidem C. Fr. Wolff *) hanc theoriam, quam vocant, professus est. Cunctas enim plantarum partes pari modo ex nutriente quodam succo oriri explicat, quippe qui in bullulas condensatus, ubi rapide profluat, eas in vasculorum formam extendat, ubi consistat, cellulas formet subglobosas. Hunc ipsum succum in summo caulis vertice, quod „punctum vegetationis” appellat, inter novissima folia largiter docet effundi, ibique recentia perpetuo formare foliola, quae congregata ipsum efficiant caulem. Jam vero liceat suis verbis eum facere rem exponentem:

„Folia”, „inquit, involventia atque involuta singula, secundum lineas sibi parallelas deorsum in truncum una quidem substantia protracta, hac ipsa illum efficiunt.” Alio loco: „Effunditur intra axin medullarem sensim sensimque nova substantia, quae novum mox axin constituit. Prior inde dilatata, jam adultior, circulum nunc loco superficiei vegetationis referens, emittit sursum per excretionem appendiculas, quae nutriuntur et elongantur in foliola simplicia.” — Denique: „Truncus est continuatio petiolorum omnium junctorum. Oritur ergo elongatione simplici. Quare igitur corpus oblongum referat axeos medullaris, compositum ex tot aliis ejusdem figurae, quali petioli gaudent, quot folia ex uno axi emittuntur, nunc cylindricum nunc prismaticum, intelligitur ex hoc modo ortus.”

E quibus locis satis liquet, bene Wolffium intellexisse, caulem non perpetuo, antequam folia oriantur, increscere, sed

*) C. Fr. Wolff: Theoria generationis.

periodice una cum foliis ejus articulos gigni, nihilque eum esse, nisi quoddam ex foliis vel compositum vel productum vel continuatum.

Quam vero theoriā, a Wolffio primo ex summo vertice crescente propositā, nemo clarius explicare potuisset, quam Ernestus Meyer *), si, quod externo jam aspectu judicaverat, observata quoque approbasset structura anatomica. Nititur enim et ille eā theoria, qua planta „universum esse folium” praedicatur. Quum vero vocis ejus notionem et vim ita amplificet, ut folii nomine non solum laminam, quam dicunt, et petiolum, sed etiam caulis partem amplectatur, totum hoc suae rationis folium in tres omnino dividit partes: 1) nodum, 2) partem connatam, 3) partem liberam seu folium strictiore sensu dictum. Propriam folii formam, quippe quae, aequali in omnes partes incremento, necessario circularis sit, infundibulo comparat, cujus limbus oblique discedens liberam partem, fistulosus vero truncus connatam constituat. Infundibulorum igitur truncis deinceps inferiori quoque immersis, omnes totius plantae caules ac ramos extrui existimat. Laminam vero, quamvis ab origine sit circularis, tum varie fissam, tum in unam tantum partem emissam, in diversissimas abire foliorum formas. Ceterum inter liberam et connatam folii partem sexualem quandam adesse oppositionem putat. Radices denique veros esse et directos foliorum processus retrorsum demissos, quae, eodem modo ex lenticellis, quae dicuntur, ac folia ex gemmulis sive oculis ortae, quam appetunt gemmulae, lucem constanter effugiant.

Quae quidem sententia, quamvis clarissime explicata, tamen, quum in specie potissimum externa posita videretur,

*) Ernst Meyer, die Metamorphose der Pflanzen und ihre Widersacher. *Linnaea* VII, 1832.

prius probari non potuit, quam, examinata structura anatomica, certis quoque affirmaretur indicis internis.

Hac ratione ut probaretur sententia illa, multum contribuit Carolus Gaudichaud *), qui et primum plantae incrementum et veram foliorum caulisque naturam optime cognovit. Docet ille plantam initio esse folium quoddam cotyledonare. Quod quidem folium, sive „phyton” quod dicit, pro vasculorum accrescentium modo posse dividi in systema descendens et ascendens. Systema ascendens e tribus denuo consistere partibus vel articulis („*mérithalles*”), e parte caulina et petiolo et limbo. Descendens systema radiculam esse, ascendens caulis primordium. Talibus foliis inter se similibus totam extrui plantam. Defectivis vero tum parte caulina, tum petiolo, tum limbo, varias produci foliorum cauliumque formas. Phytion illud cotyledonare primum plumulae folium parere, ex hoc secundum nasci, eodem modo cetera prodire e ceteris. Quum igitur folia foliis inserantur, in longitudinem extendi caulem, caulinis systematis ascendentibus partibus inter se conjunctis. Cujusque folii systema vasculorum descendens, tanquam folii radiculam, inferiori folio immergi, ipsamque petere radicem, atque circumpositum prioribus vasculorum stratis caulem in latitudinem amplificare. Prius igitur caulem ascendentibus foliorum partibus effici, tum augeri descendentibus. Itaque adultius quodque folium in caule incrassato interiorem, recentius quodque exteriorem tenere locum. Neque omnino caulem posse increscere, nisi recentibus foliis oris, quae radicularibus suis vasculorum fasciculis ambitum ejus augeant.

Omnem igitur increscendi vim plantae in singulorum foliorum propria actione ponit, et ut ipsius jam utar verbis:

*) C. Gaudichaud, *Recherches sur l'Organographie, la Physiologie et l'Organogénie des plantes.*

„Non”, inquit, „rien de fibreux, rien de celluleux, rien de solide enfin, ne monte de la tige ou des rameaux dans les bourgeons pour les constituer; tout s'y forme spontanément par des éléments organisés, tandis qu'au contraire des sucs élaborés et en partie organisés (cambium), des tissus fluides encore se forment et se solidifient en descendant de ces bourgeons sur les rameaux, des rameaux sur les tiges, et des tiges dans les racines par un mode d'allongement analogue à celui des racines, s'il n'est entièrement le même” *).

Haec vero Gaudichaudii theoria in duas partes discernenda videtur, quarum est altera, quod totam plantam dicit e foliis compositam, neque appendices solum, sed varias quoque caulium partes solius folii metamorphosi produci. Et gravissimis quidem causis hanc sententiam sublevasse virum doctissimum, mihi certe haud posse negari videtur.

Quod vero alternum docet, nullo modo posse caulem amplificari nisi foliorum quasi radicibus, quae perpetuo intra corticem descendant, efficiantque omnia nova et ligni et libri strata, id minus recte perspectum esse, ex observata natura ipsa apertum est. Eandem fere theoriam ante Gaudichaud, Du Petit Thouars jam et Lindley **) exhibuerunt, qui gemmulam quamque quasi singulam esse plantam existimant, quae, quo modo primaria in terram, eodem suas in caulem adultiorem demittat radículas.

Inter omnes igitur, qui hac in re elaboraverint, ea praecipue cernitur controversia, quod alteri statuunt, appendices solas e folii prodire metamorphosi, caulem vero proprium esse organum, et id quidem ante folia oriundum, alteri ipsius

*) Gaudichaud, Recherches cet. S. 46.

**) Lindley, Grundzüge der Botanik.

quoque axis formas mutatis folii partibus censent produci. Illi appendices et axes differre docent et origine et vi physiologica, hi nullam omnino inter illas partes docent esse differentiam, nisi forte in sola forma positam. Ab utraque parte celeberrimi elucet viri, qui suam utrique sententiam argumentis probasse videntur gravissimis.

Jam igitur, utra pars rectius rem cognoverit, ex natura quaerendum erit. Observanda sunt et prima caulis foliorumque origo, et deinceps incrementum. Tum, qualis sit caulis ante folia et sine foliis, et quae folia sint absque caule, investigandum.

Certam nimirum de rebus naturalibus legem non possumus proponere, nisi factis probatam observationibus. Quin etiam res ad unam omnes essent pervestigandae, priusquam eandem communem omnibus duceremus. Quodsi enim singulas tantum res observavimus, explorata necessario non valent nisi illis in singulis. Attamen, si diversissima quaedam plantarum genera eandem legem ubique sequi videmus, fore, ut cunctis eadem sit communis, jure quodam nostro licet divinare, praesertim quum novum quodque argumentum magis magisque eam affirmet.

Itaque quam theoriam Wolff, Meyer, Gaudichaud multis jam rebus argumentati sunt, et nostris diebus denuo accuratissimus scientiae cultor et auctor Klotzsch suis probavit experimentis. Qui quidem suam et mihi comiter permisit sententiam, ut aliis in rebus cum natura compararem. Hoc consilio observationes eae a me sunt institutae, quas jam proponere aggrediar.

III. Observata.

Veram organorum naturam, qui inspicere velint, iis et anatomia est contemplanda, et prima partium origo prae ceteris cognoscenda. Gignuntur recentes plantarum partes perpetuo in gemmulis, tota vero planta e semine oritur. Ad perspicendam igitur foliorum aliarumque partium naturam, utrumque illum reproductionis quasi focum observemus necesse est, atque investigemus, quomodo et qualia prima in eo nascentur organa. Quo facto, quae una orientia, eodem modo incrementa, quod ad structuram anatomicam, si non plae paria, simillima tamen videmus, ea perfecto haud diversa vel inter se opposita, immo vero eadem sunt existimanda.

1. *Primum plantae incrementum observatur.*

Plantae primordium embryo est. In quo quum inclusa sit tota planta, quaerantur et inde omnium partium formae simplices atque originales necesse est. Discernuntur in embryone cotyledones, plumula, radícula, earum igitur natura primum est exploranda.

a) *Dicotyledones.*

Incipiamus a plantis dicotyleis. Quarum, ut accuratius inspiciamus structuram, contemplemur liceat quasdam simplicissimae formae species, quales invenias, ut nominibus utar, *Sisymbrium*, *Spergulam*, *Holosticum* alias. In his initio cauliculum videmus superne in duos fissum petiolos, inferne in radiculam elongatum. Tota fere planta aequaliter componitur e tela cellulosa parenchymatica, quae eadem fere forma a cotyledonum apicibus usque ad finem descendit radicis, nullo omnino discrimine, nisi quod cellulae radicem

versus accuratius in ordines verticales consertae sunt. Neque ullus animadverti potest inter cauliculum et petiolos terminus. Exacta jam germinatione in utriusque petioli axe unum apparet vasculum spirale, quod, ubi connati sunt petioli, ad alterum appropinquat. Ambo deinde, per totum cauliculum paullatim approximata, in radiculæ axe prorsus videntur coarctata. Quae vascula involuta sunt cellulis illis tenuissimis, pellucidis, elongatis, quae cambii nomine omnibus notae sunt. Hae in separatis petiolis funiculum component, qui in exterius *) potissimum vasculorum latus incumbit, ita ut totius fasciculi segmentum transversale figuram praebeat vel semilunarem vel semicircularem vel obovatam vel cuneatam. Connatis vero in petiolis, priusquam ipsa congregiantur vascula, illa cambialis utriusque petioli tela utrimque dilatatur, axemque amplectitur, donec ambo funiculi in unum confluant circulum vel potius tubum circumcirca clausum, in cujus interiore circuitu vascula supra dicta decurrunt. Quibuscum in medio appropinquantibus una et cambii tubus paullatim contrahitur, donec simplicem formet funiculum, cujus axem vascula tenent aut parum distantia aut arcte conjuncta. Cambiales igitur funiculi vascula illa ubique comitantur atque circumdant a foliorum apicibus usque ad extremum radices finem. Immo vero, quum cambium illud ante folia animadvertatur, rectius dicendum videtur, vascula ubique cambiales funiculos sectari. Desinunt vascula in infimo cambio supra ipsum radices finem.

Priusquam sub petiolorum discessu clausi cambialis tubi ambitus in duos dissolvitur funiculos, illius parietes in for-

*) Ne pluribus et variis verbis res confundatur, ubique dicam liceat et in caule et in foliis exteriorem partem eam, quae a totius plantae axe aversa circuitum spectat, interiorem eam, quae axem versus posita est.

nicis modum congregiuntur, massamque quandam cambii centralem efficiunt, quae in ipsorum petiolorum confinio clauso illi tubo quasi vertex imposita est. Hujus verticis cellulae forma quidem subglobosa ab elongatis funiculorum cellulis differunt, deorsum tamen in ampliorem longioremque formam extenduntur. Quae quidem, quum totum spatium a tubi lateribus et vertice illo inclusum expleant, medullae initium indicant.

Et huic quidem cambii vertici, quod Wolff punctum vegetationis nominavit, imposita videmus primorum foliorum germina, quibus plumula, quam dicunt, componitur. — Hic vero magna exstat differentia inter varias plantarum species. Aliae enim in semine inclusae multa jam praebent inter cotyledones parvula foliorum initia in plumulam aggregata, id quod, ut specimine ntar, in *Ervo Lente* occurrit. In aliis contra perpauca tantum, et ea singula, cambio terminali videmus insidentia, ut in generibus illis supra dictis. Aliae denique, e semine jam egressae, non solum nullum germen produxerunt, verum etiam post germinationem per aliquot dies planum fere et quasi nudum ostendunt cambii verticem, priusquam nova foliorum germina gignant, id quod in *Galio* apparet.

Quae igitur partes hac in plantula jam possunt discerni? Tela omnibus in partibus aequalis est. Neque in caule neque in radice plures, quam in petiolis, cellularum ordines adsunt, neque ullum in illis vasculum, nisi quod e cotyledonibus descendit. Quodsi plantulam inter duo illa vascula per axem ipsum disseces, duae jam partes sunt obviae plane aequales atque congruentes, pari tela compositae, uno utraque vasculo per totam longitudinem instructae. Quibus separatis nullus omnino restat axis, nisi forte confinium quoddam inter partes illas laterales quasi cogitatione fictum, id quod,

quaecumque observaveris plantam germinantem, facile est intellectum. Quin etiam in quibusdam embryonibus tam longae sunt cotyledones, tamque breves et cauliculus et radícula, ut jure videamur dicere, totam plantulam esse ex solis cotyledonibus compositam, quae quidem superne in laminas dilatatae, deinde in petiolos contractae, tum in cauliculum connatae, denique in radicae initium elongatae appareant.

Ante oculos pono *Rhei tartarici* embryonem, qualem in semine inclusum reperiās, per medias cotyledones in axis directione dissectum (Tab. I. fig. 1). Nondum vascula perfecta sunt, jam vero cambii funiculi apparent pellucidi, qui, quamvis paullatim appropinquent, brevissime tantum conjuncti sunt. Infimus finis radicae est initium (r), minimum illud inter discedentes funiculos tuberculum cambiale gignendi se praestat folii tertii primordium (f²), quod perfecta germinatione non in cauliculum, sed in singuli folii formam mutatur (I. 12. f²).

At Schleiden dicit, oriente embryone cotyledones e latere corpusculi cujusdam caulini quasi separatas et laterales prodire. Quae tamen res, utut est, id certe constat, neque in exacto embryone neque in plantula germinante ullam ejusmodi separationem posse conspici, sed totam dividendam esse in duas tantum partes plane pares, quae novum deinde folium inter se gignunt. Qui vero connatam illam cotyledonum partem axis nomine a libera secernere conatur, dividendi ratione utitur a natura aliena.

Quoniam vero cotyledonum, aeque ac ceterorum foliorum, forma variat, differentia quoque occurrit in primorum vasculorum numero. Simpliciorum enim, quos supra proposui, embryonum cotyledones, quum lineariae vel certe angustissimae sint, singulis tantum donatae sunt cambii funiculis et vasculis. Quo magis vero cotyledones dilatatae sunt, eo

pluribus eadem utuntur funiculis. Qua re, ut specimina afferam, cotyledones *Urticae urentis*, *Cynoglossi officinalis* binis, *Rhei tartarici* ternis (I. 3—10 v.), *Ricini* quaternis (I. 19—21 v.) instructae sunt funiculis. Omnes vero, quotquot sunt, ubi cotyledones congregiuntur, primum in circulo dispositi, tum in tubum conjunguntur clausum, denique in unum confluunt funiculum centralem. Itaque totum funiculorum systema exactam praebet infundibuli formam, cujus tubus in cauliculo, circuitus in foliorum sinibus positus est. Interdum ipsae quoque cotyledones longe supra funiculorum discessum in circularem laminam connatae sunt, quae illud vegetationis punctum, profunde immersum, modo vaginae amplectitur, ita ut externa quoque specie infundibuli imaginem fere aequet; id quod in *Rheo tartarico* apparet (I. 5—8 f 1).

Exuto semine, dum tota plantula crescit cellulis quoquo-versus expansis, primum radiculae initium in veram prolongatur radicem, recentibus perpetuo additis ex infimo cambii termino cellulis, quae, ipsis veterum ordinibus aequaliter consertae, apicem radiceis propellunt.

Simul in omnibus cambii funiculis ad illa vascula primaria, quae in interiore funiculorum angulo apparuisse dixi, recentia jam compluria ab exteriori parte apponuntur, et quae interiorem funiculi ambitum constituerant cellulae, in ligni cellulas commutantur. Circuitum versus cambium paulatim in parenchyma transit. Quare cambii funiculi, ubi in connata parte in circulum conjuncti sunt, auctis vaseculis ligneisque cellulis, in dies magis ab ipso axe remoti, exactam cylindri formam per totam longitudinem accipiunt.

Emissa radícula, cauliculo elongato et paululum incrassato, foliis plane expansis, primum plantae internodium jam est perfectum. Quo facto germina illa cambiali vertici insi-

dentia, quae quidem, quamvis tota planta ceteris partibus aequaliter increaseret, tamen in eodem, quo occurrerant, cambiali statu adhuc perseverabant, in recentia folia augeri incipiunt.

Quamvis vero omnes eadem fere structura regulari hucusque utantur Dicotyledones, jam diversa ratione incrementum pergit pro futura foliorum in caule dispositione.

Quibus plantis opposita folia sunt, in iis bina eodem tempore germina e puncto vegetationis nascuntur, et ea alternatim insita inter folia primaria. Surgunt vero ex ipso cambii vertice quasi singula, neque ex axis cujusdam lateribus orta. Jam ipsa tenent summum apicem. Et primum quidem e minimis cellulis cambialibus globosis componuntur, quibus auctis atque extensis paulatim increascunt, ut veram folii figuram consequantur. Quo magis, quae ea constituit, tela cambialis in parenchymaticam mutatur formam, eo clarius in medio distinguere possumus funiculos pellucidos in cambiali statu permanentes, qui futurorum indicant vasculorum vias. Tum ipsa visui offeruntur vascula nascentia, quae, in interioribus funiculorum partibus posita, totum recens foliolum percurrunt, atque recta via in cambium subjacens descendunt. Circuitum ejus interiorem assecuta, paulatim discedunt, et fornicatis cambii lateribus inhaerentia, in illo ipso descendunt. Itaque via leniter curvata vascula e novellis foliis in cambialem prioris cauliculi cylindrum perveniunt, ubi prioribus interposita vasculis directo descendunt.

Dum foliola augentur in folia, tenue illud, ex quo orta sunt, cambii stratum, punctum dico vegetationis, cauliculi in modum, auctis expansisque cellulis, extenditur, in quo et cunctae singulorum foliorum telae recta via continuantur, et vasculorum illi fasciculi, sive singuli sunt, sive terni, sive plures, in circulo, qui confluyente cambiali tela

circumscribitur, compositi apparent, eodem plane modo, quem in cotyledonum internodio jam conspeximus.

Jam igitur cambii vertex ille, qui inter cotyledones punctum vegetationis constituit, in novum foliorum par mutatus est, neque quidquam ex eo restat, nisi intima telae particula, quae, inter nova folia elata, aliud novum vegetationis punctum constituat. Quae quidem folia recentia neque ac priora superne in laminas expansa, media parte in petiolos contracta, inferne in canlem connata sunt. Neque ulla in re a cotyledonibus differunt, nisi eo, quod cambii vasculorumque fasciculi non in unum conjunguntur, sed, primo internodio immersi, inter ejus fasciculos distincti decurrunt, donec illis denique arcte adjungantur.

Jam exactus apparet alter plantulae articulus, quem, aequae ac primum illum, per axem in duas partes dissecas plane pares inter se atque congruentes, prioribusque illis partibus simillimas. Nec secundi articuli inferior pars integra aliis composita est telis nec pluribus, quam superior in duas partes fissa, neque ullum internum earum discrimen nec terminus separans potest investigari.

Itaque hanc plantulam, statuendum videtur, compositam esse e partibus quatuor singulis inter se aequalibus, quas, quamvis folii nomine plerumque liberae tantum partes designari soleant, tamen, quoniam liberae earum et connatae partes eandem ab initio habeant et originem et structuram, ampliore quodam vocabuli sensu folia nominari liceat.

Eodem modo continuatur incrementum. Novum jam inter secundaria folia, ubi discedunt petioli, punctum vegetationis novi tubi cambialis vertex constituit. Medulla vero, inter discessum funiculorum primorum exorsa, per totum novum articulum sub cambii vertice surgente inter secundario uniculos prolongatur continua.

Simul vero atque augeri inceperunt folia secundaria, tertium par jam apparuit, aequo alternatim positum, deinde quartum, quintum, cetera insequentia, omnia eandem secuta et oriendi et increscendi rationem in secundo jam observatam. Nec tamen tanta inter posteriora producenda intermittitur mora, quanta inter cotyledonum et secundariorum foliorum par, celerrime enim nova atque nova foliola et prodeunt et inrescunt. Quare facile complurium parium foliola, minora quaeque majoribus cineta, una terminali cambio conspicias imposita.

Cujusque paris folia circulum constituent clausum, eorumque fasciculi vasculares infundibulum praebent, inferne cambii conjuncti cylindro circumcirca clausum, superne in distinctos radios fissum. Folia vero earum plantarum, quae agunt alterna, e puncto vegetationis nascuntur singula. Quorum alia quidem prodeunt clausum formantia circulum, quippe quae in folia inrescunt aut ipsa caulem amplexa aut vaginis certe amplexicaulibus donata. Quare singulum hujus generis folium, ab origine circulare, solum inferne constituit axis partem, superne ab uno latere fissum in laminam explicatur, ejusque solius fasciculi vasculares, superne quidem dispersi, inferne in circulum congregati, totum internodii cylindrum vascularem componunt.

Ea vero folia, quae segmenta tantum circuli praebent, nec teretes producere possunt singula caulis articulos, nec prius vascularis tubus potest claudi, quam ad componendum eum duorum vel trium foliorum adsint fasciculi.

Etiam si vero circulare genitum sit folium, semper tamen circulum exhibet haud plane regularem, sed quasi oblique sectum unoque latere constanter crassiorem, quippe quod postea aut petiolum aut mediam certe folii partem validiorem constituat (l. 8, 19, 22, 23). Jam liquet, hoc in genere

foliorum non bina inter bina oriri germina, sed singulum semper singulo inclusum, id quod, in permultis plantis perspicuum, descriptis *Rhei tartarici*, *Ricini*, *Vitis viniferae* segmentis transversis illustratum est (I. 14—18, 19, 20, 22, 23).

Hac igitur lege producitur caulis, additis in infinitum partibus individuis seu foliis. Quare non aequabiliter procedit incrementum, sed periodice. Quum enim cunctae singuli folii partes eodem fere tempore oriantur, diversorum vero temporibus diversis, totus axis aequae non paulatim prolongatur in apice, sed gradatim totis articulis componitur, qui in suo quisque incrementi statu sunt. Folia perpetuo nascuntur in foliis, suum quodque formantia articulum.

Quam legem plane eandem non minus in quacunque majoris caulis gemmula observes. Quam si transverse secueris, multa videbis folia, majora amplexa minora, aut gemina geminis regulariter cincta, aut singula circumdata singulis circulos praebentia oblique sectos.

Contemplantes vero segmentum in axis directione excisum (I. 24.), minora germina conspiciamus majoribus tecta ac superata, cunctaque e cambio prodientia cambioque confluentia, neque ullus unquam axis apex re vera potest intra intima reperiri, quippe qui illa superet, quamvis sint parvula. Ubique, simulac intimum folium extendi incipit, recens in ejus sinu ex ipso cambii vertice surgit. Axis apex nihil est, nisi punctum quoddam cogitatione fictum, quum puncti vegetationis centrum in novum continuo extendatur folium. Attamen si, quod multi docent, ex latere axis folia propellerentur, fieri non posset, quin ullo tempore ea apice axis superarentur, id quod nusquam videtur accidere. Immo vero illud terminale punctum recentius folium effecturum, quaque dimensione longe superatur a foliis summis, et ubique

ab illis prorsus tegitur. Huc accedit, quod ipse terminus tela componitur tam tenera, ut eum foliis illis multo robustioribus priorem fuisse, uentiquam imaginari queat. Sive igitur geminata nascuntur folia, sive singula, recentiora nunquam oriuntur supra priora, sed semper intra vel etiam infra, illisque deinde circuitum versus remotis, ex eorum amplexu efferuntur. Ideo et novus caulis articulus prius apparet intra praecedentem, tum demum supra eum protrahitur.

Quo rapidius progreditur incrementum, eo plura foliorum germina simul in gemmula terminali inveniuntur inclusa, eorumque intima saepe prorsus cambialia. Cujusque folii insequentis fasciculi vasculares eadem, qua priores, ratione, postquam e libera parte degressi sunt, superne ad componendum novum tubi vascularis articulum congregantur, inferne inter adultiorum foliorum fasciculos in cambialem inferioris articuli cylindrum demittuntur. Qui quidem, quam e summo vertice in interiore cambii superne fornicati circuitu descendant, primum curvatam viam sequuntur, postea tamen, summis articulis paulatim extensis, recti redduntur.

Ut vero ipsa foliorum dispositio varia est fasciculorumque numerus diversus, sic etiam varia occurrit vasculorum in caule distributio. Folia recentia non gignuntur nisi in priorum interstitiis. Neque aliter et ipsi vasculares funiculi recentes, ubi descendant, medium quendam ac vacuum inter priores locum petunt. Primorum quidem foliorum fasciculi, nullo jam priore obstante, regulari modo in tubo possunt disponi, directaque via in radicem usque descendere. Posteriorum vero distributio ubique ab illis pendet.

Quodsi singulis tantum fasciculis cotyledones instructae sunt, insequentium foliorum vascula decussatim iis interponantur necesse est. Quare, si et in foliis singuli sunt fasciculi, quatuor omnino inferioris caulis tubum vascularem con-

stituunt. Et primum quidem omnes in eodem circuli positi sunt. Ubi vero, ut supra dixi, cotyledonum fasciculi arctius conjuncti axem occupant, recentiorum foliorum vascula eos circumdant. Latius in ipsam radicem degressi, omnes primariis illis fasciculis undique adjiciuntur, ita ut unum fere cuncti crassum constituent fasciculum centralem varia forma constrictum (I. 39 — 42).

Quum vero in plantis, quae oppositis et decussatis utuntur foliis, tertii paris folia eodem modo inter secundaria posita sint, ac secundi inter prima seu cotyledones, sequitur, ut tertiae progenerationis fasciculi, aequae alternatim inter secundarios decurrentes, directo supra primarios ponantur. Quare, ubi hi cotyledonum fasciculi obstant descendentibus illis, quum non aequae ac priorum parium fasciculi procul recte decurrere queant, illi in partes discedunt, evitatisque prioribus objectis, oblique decurrunt, donec cum secundi paris funiculis ab utraque parte jungantur.

Et haec quidem certa esse lex videtur, ut cujusvis folii vasculares funiculi, quamvis directo primum descendant, denique tamen funiculis adjungantur eorum foliorum, inter quae orti sunt, et quibuscum ideo alternant, neque tamen eorum, quibus recte sunt superpositi.

Pancis vero in plantis, ita simplex occurrit fasciculorum distributio. Saepissime ternis donata sunt folia fasciculis. Quodsi aequae cotyledonibus terni sunt, aliis quidem in plantis tergemini secundi paris fasciculi utrimque directissime inter primos tergeminos decurrunt, ita ut suam quodque folium circuli partem separatam occupet, id quod in *Mesembrianthamo cordifolio* luculentissime apparet (III. 32).

In aliis vero, omnibus discedentibus, singuli fasciculi singulis ubique interponuntur, ita ut quisque alterius paris fasciculos inter duos alteros positus sit. Duodeni igitur

fasciculi in hisce circulum vascularem componunt, quorum, ubicunque foliorum par discedit, senos videas, e cambii tubo in oppositas partes egressos, abeuntes ad bina folia, senis permanentibus, donec in superiore nodo proximo eodem modo in alternas partes secedant. Neo minus in hisce, si decurrentes cujusdam folii fasciculos persequeris, ubi iis foliorum directo subpositorum fasciculi objecti sunt, illi, in binas partes divisi, utrinque ad praecedentis folii funiculos se conferunt. Qui quidem fasciculi in paris superioris illius foliis fuerunt medii, ii jam in binas partes divisi secedunt, atque cum lateralibus inferioris paris fasciculis conjunguntur. Qui vero in superioribus foliis laterales fuerunt, bini, utrimque ex oppositis foliis congressi, mediis inferiorum foliorum fasciculis adjiciuntur. Hanc distributionis legem, quae ut multis in aliis, sic et in *Urtica urente* occurrit, schemate quodam illustrare conatus sum. (III. 33.)

Hujus enim plantae caulem segmentis transversis examinans, duodenos tantum reperies in quoque articulo fasciculos, qui vascularem cylindrum componunt, quamvis interdum adeo incrassatos, ut clausus fere videatur circulus. Ab apice radicem versus procedens, in quoque nodo alteros vel alternos sex fasciculos alteris sex adjungi videbis, locosque, ab illis relictos, statim sex aliis, qui tergemini e suis foliis accedunt, denno occupari. Itaque per duos tantum articulos liber apparet in suo quisque loco fasciculus, dein adultiori additis, adspectum effugit. (I. 36—42.)

Nec solum in caule oppositis foliis producto subtilissima illa dispositionis constantia animadvertitur, verum etiam alternorum foliorum fasciculi aequae constanter distribuuntur, quamvis pro foliorum forma et pro ipsorum fasciculorum numero vario modo utantur.

Folia enim alternata aut in seriebus rectis aut in spirae quadam posita sunt. Et aliis et *Ervo Lenti* folia sunt bi-

seriata, cuivis scilicet primo tertium suum est recte superpositum. Hujus folia ternis donata sunt fasciculis. Postquam igitur duorum praecipue foliorum fasciculi quemque caulis articulum constituerunt, alternatim majorum foliorum fasciculis inseruntur. Varia quadam ratione denique folia illa, ut ita dicam, spiralia utuntur, cujus specimen Gaudichaud*) e *Phellandrio aquatico* proposuit.

Simili igitur modo atque in iis, quas attuli, in ceteris quoque plantis certa lex quasi mathematica potest reperiri, et ea pro familiarum generumque diversitate distincta, quam secuti vasculorum funiculi, inter se tum dispositi tum conjuncti, vascularem caulis tubum componunt, id quod jam Gaudichaud optimo jure contendit. Neque ullus occurrit fasciculus, nisi certo folio tribuendus, neque alius in alio articulo eorum aut numerus aut ordo, neque ulla pererrant vaga canlem vascula, sed suus cuique locus distinctus. Cujusque folii vasculares fasciculos persequi licet ex ipso folio per nonnullos caulis articulos separatim decurrentes, usque dum majoribus adjecti plane effugiunt.

At vero id, quod Gaudichaud dicit, recentium foliorum funiculos extra adultiores per totum caulem descendere, donec ipsas radices construant, in iis saltem, quas equidem examinavi, Dicotyledonibus nusquam invenitur. Omnino haud ita longe singulos foliorum fasciculos decurrere liquet. Quod enim si fieret, adultiores, utpote quibus recentiores conjuncti essent fasciculi, in immensum crescerent, atque maximopere incrassati in caulis basi occurrerent necesse esset, id quod nusquam animadvertitur. Immo vero omnium articulorum fasciculi crassitudine parum differunt, nisi quod validioribus foliis et crassiores oriuntur fasciculi. Quare, si forte

*) Gaudichaud, *Recherches etc.*, tab. XIV, 11.

interjecta majoribus sunt folia minora, in ipso caule horum debiliores, illorum robustiores fasciculos accurate internoscere, facilis est negotiū. Quin etiam saepissime in infimo caule, quum prima folia plerumque debiliora sint, horum tenuissimi inter alios robustiores fasciculi observantur.

Ricini quondam specimine examinato, in articulo cotyledonari prope radicem secto, nullos conspexi funiculos, nisi octo illos, qui quaterni ipsis cotyledonibus erant exorti (I. 25. v¹). Foliorum posteriorum fasciculi haud ita longe primo articulo immersi erant.

Quotcunque vero e foliis descendunt fasciculi, in uno ubique circulo compositi sunt cuncti, nec recentiores amplectuntur adultiores. Ubi his adjunguntur illi, a lateribus semper appropinquant, non a parte exteriorē. Uno tantum in loco re vera circumdatos videas priores fasciculos posterioribus, infimum dico quarundam plantarum internodium, in quo, quum ipsam axem cotyledonares teneant fasciculi, posteriores extra eos descendant necesse est.

Unde sequitur, ut caulis recentibus foliis additis, quamvis nascantur creberrima, in longitudinem quidem possit increescere, in latitudinem non possit. Singula enim folia, et liberae earum et connatae partes, simulac perfectam semel assecuta sunt formam, amplificari plane desinunt. Alio igitur modo caulis incrassetur necesse est, quem modum postea explorabimus.

Porro sequitur, ut non omnes radices e distinctis singulorum foliorum fasciculis constituentur. Infimum tantum foliorum par directo in radicem prolongatur, adjunctis postea nonnullis fasciculis, qui e foliis paucis insequentibus decurrunt. Posteriora vero folia in radicem non solent descendere, singulos tantum demittunt fasciculos in inferiora internodia, qui scilicet, quum nutrimentum arripiant atque adducant

succum, radicibus comparari possunt. Etiam si igitur jure radícula primaria nihil esse dicatur, nisi infima foliorum connatorum extremitas, directe retrorsum producta, id eadem certe ratione de ceteris dici non licet.

Prima radix simplicissimo modo crescere pergit, cellularum ordinibus, qui e foliis primariis descenderunt, ex infimo cambii fine perpetuo continuatis, neque ullis additis partibus novis. Verum secundariae radices suo quaque loco in ipso cambii tubo oriuntur corticemque penetrant, nec solum e prima radice, sed e caulis quoque partibus emitti possunt. Singula igitur cujusdam folii particula eas non intrat. Verumtamen, quum cuncta primae radice structura in omnibus posterioribus accurate continuata appareat, quamvis non folio singulo singula radícula videatur attribuenda, tamen meliore quodam jure cupetae radices cunctorum foliorum in caulem connatorum directae duci possunt continuationes. Id quod clarius ex aliis quibusdam plantis postea proponendis elucebit.

Jam perspicuum est, quomodo planta, post initium ejus cotyledonibus compositum, additis foliis novis produci pergat. Quodque enim recens folium, cambii vertice genitum, suis funiculis inferne confluentibus communem cambii tubum continuat, suos vasculorum fasciculos ad componendum demittit communem cylindrum vascularem, suo parenchymate exteriori corticem prolongat, inter suos funiculos, elato cambii vertice mediisque sub eo cellulis extensis, medullam producit.

Quum igitur, perfectum jam caulem contemplantibus nobis, quaeque ejus particula certo folio tribuenda sit, nullus in hisce plantis restat axis, nisi forte axem existimare velis illud vegetationis punctum et medullam. At cambii vertex neque unquam permanet idem, quum continuo maxima ex parte in folia abeat gignenda, cellulisque continuo reprodu-

ratur recentibus, neque omnino quidquam est, nisi reliqui cambii cylindracei summa pars undique confluens. Medulla vero plerumque, articulis vix adultis, discinditur, exsiccatur, emoritur, delinquescit.

Nec tamen caulis in apice tantum novis angetur foliis. Verum etiam in illis angulis, qui efficiuntur inter communem fasciculorum cylindrum et ipsos fasciculos ex eo egredientes, in petiolos secedentes, confluyente cambio recentia gignuntur foliorum germina, quae eadem ratione, qua cetera, in novum axis ramulum congregantur.

At, si non sunt folia caulibus? Equidem certe caulem absque foliis crescentem hucusque non vidi. Verum negliguntur saepe folia. Accuratius perspicientes et in illis plantis, quae dicuntur „aphyllae”, folia ubique reperimus. Neque *Cuscutae* illius caulis in apice foliorum caret initiis, neque *Cacteas* deficiunt folia. Adspicias *Echinocacti* embryonem (I. 35). Non solum videbis corpusculum apice in duas partes exacte fissum, verum etiam duo totam plantulam percurrunt funiculi vasculares, qui sub illarum partium apicibus apparent, descendendo paulatim congregiuntur, in radícula in unum fasciculum plane conflunt. Itaque eodem modo, quo ceteros embryones supra descriptos, hunc quoque in duas partes dividas plane aequales. Aequae igitur hic solis cotyledonibus compositus potest existimari. Similes *Cactearum* figuras observare non magni erit negotii, in aliis longius fissae sunt cotyledones, in aliis exacte liberae.

Nulla igitur omnino in illis differentia, nisi quod liberae foliorum partes brevissimae, connatae contra cellulis inflatis incrassatae sunt. Telarum compositio plane eadem. Eodem modo novum inter se gignunt folium. Eandem igitur omnino vim in hisce caulibus folia habent, atque in ceteris, ideoque hae plantae, quamvis aliena utantur forma, rationem tamen sequuntur eandem.

Edocemur jam Dicotyledonum et germinatione et deinceps incremento, exstrui eas foliis, nihilque in iis inveniri nisi partes foliorum. Sed idem, inspecta jam anatomia, facilius quoque cognosci poterit ad aspectu quodam leviori. Advertas animum ad crescentem cujusvis generis surculum. Petiolos videbis directissime in novellos caulis articulos transcurrentes, neque crassitudine multum differentes, neque forma. Et in iis praesertim arboribus, quibus alterna sunt folia, quo tempore incrementum sistit, perspicuum est, ultimum caulis articulum nihil esse, nisi ipsius petioli continuationem. Quin etiam interdum vix terminum animadverteres caulem inter et petiolum, nisi illa indiceretur gemmula terminali, quae quidem minutissima lateri potius petioli inhaerere, quam verticem constituere videtur. *Robiniam* revoco, *Platanum*, prae ceteris *Ficum*. Examinato quoque nodi alicujus recentis segmento transverso, excedens folium vel par foliorum posteriora cuncta volumine multo superare videbis, et, si non plane constituisse articulum inferiorem, plurimum certe ad eum componendum attulisse, persuasum habebis. Adultius folium amplectitur recentius fere totum, antequam in petiolum egreditur, ac locum cedit alii posteriori. Sunt quoque plantae, quorum singulum quemque foliorum circulum, infundibuli instar, manu ex inferiore eripias, quare individuum quoddam se praestat quisque articulus perfectum. Quales *Ephedram* dico, *Casuarinam*, alias.

b) Monocotyledones.

Jam comparemus, quam in dicotyleis plantis deprehendimus legem, cum monocotyleis. Partes in harum embryone omnino eadem sunt, atque in dicotyleis, ea tantum intercedit differentia, quod hisce unica est cotyledon. Structura tamen nonnihil differt. Rarissime cotyledon in laminam evo-

luta est, sed teretem plerumque exhibet formam, tanquam convoluta in tubum lamina.

Hic tubus media tantum parte cavus, apice basique in solidum corpus connatus est. (II. 14 — 19.) Per totum decurrunt fasciculi vasculares in circulo distributi, tum in infima parte subito congressi sese contextunt passimque conjungunt, denique, cuncti rursus collecti et congregati, directo in infimum cotyledonis finem, radiculæ initium, descendunt. In apice vero cotyledonis connato apparent separati.

Quum igitur hic quoque fasciculi inferne in unum conjuncti, superne distributi appareant, magna cum Dicotyledonibus occurrit similitudo, omisso solo illo vasculorum plexu. Differens cotyledonum numerus minoris aestimandus est, quum facile fissam facias singulam cotyledonem in duas separatas, binae vero illae, ubi in circulum connatae sunt, tubum formant haud minus exactum, id quod, comparatis inter se utriusque generis cotyledonibus, satis apertum est. (I. 5—8, II. 5. 16. 27 *f*¹).

Cambii funiculi aequè ac in Dicotyledonibus una cum vasculis decurrunt a tubi apice usque ad finem radicalem. Ubi vero omnium funiculorum vascula in plexum illum complicantur, supra eum tela cambialis undique confluit, massamque majorem constituit quasi centralem, quae ambitu exteriori congregientibus undique vasculis circumscripta, superne libera, in ipso illius cavitatis fundo posita est, quae mediam tenet cotyledonem. Quod quidem punctum esse vegetationis, insidentia in illo foliorum germina demonstrant.

Postquam embryo e semine progressus, cellulis in longitudinem extractis, radiculari fine terram nactus est, ipsa inferior extremitas, cellulis continuo ex infimo cambio auctis, directo in radiculam primariam prolongatur, ac demittitur in solum. Quo facto gemmula coepit increscere.

Omnia folia monocotylea sunt alterna, omnia aut prorsus aut ex parte amplexicaulia. In tubuloso igitur folio primitivo e puncto vegetationis novum surgit ejusque simile, a priore undique inclusum. Eodem modo tertium in secundo, in tertio quartum, cetera in ceteris. Itaque, si folia plane sunt amplexicaulia, nova apparent tanquam conuli vel hemisphaeria, interiora exterioribus immersa, si semiamplexicaulia, majora incumbunt minoribus quasi sphaerae quaedam segmenta. Cuncta in basi cambiali confluent, id quod in *Iridis* (II. 12), *Asphodeli* (13), *Crini* (22. 23), *Hyacinthi* (24) segmentis perspicuum. Ad quam rem illustrandam Gaudichaud *) quoque complures figuras adjecit e palmis depromptas.

Gemmulae foliola incremento elongata ex fundo cavitatis assurgunt, fissuramque quandam petunt lateralem, aut ab initio obviam aut postea ortam, eaque excedant. Quem germinandi modum, in permultis plantis apertum, e palmis praecipue Link **) descripsit.

Vasculorum fasciculi, qui ex singulis foliis descendunt, cambium centalem vage atque confuse pererrare videntur, donec in plexum illum subjectum intexuntur atque adultioribus immiscentur vasculis.

Est igitur Monocotyledonis initium corpusculum quoddam foliaceum, tubulosum, prorsus liberum, neque ulli axi adnatum, quod infimo sine prolongato radiculam producit, centroque totius plantae primordium gignit atque inclusit.

Itaque quod jam in plantis dicotyleis erat perspicuum, nova in novis nasci folia, in hisce eo clarius in conspectum

*) C. Gaudichaud, Recherches cet., tab. I. III. IV.

**) Link, Jahresbericht für physiologische Botanik für 1844. 1845.

cadit, quum rarius in caulem extrahantur foliorum bases, sed illa saepissime sessilia permaneant.

Quare punctum vegetationis e prima sede parum tantum effertur. Examinato igitur segmento transverso, permulta videmus folia congregata, aut circulos formantia aut semicirculos aut spiras, minores cincta majoribus, quorum extremum, si germinantem secumimus plantam, cotyledon est. Omnes circum cambii sedem conflunt, et inter se et cum folio primitivo connata sunt. Caulis vero exacti vestigium nullum (II. 5, 6—11, 27, 28). Ipsum cambium circuitum versus paulatim in parenchymaticas cellulas mutatur.

Sin vero caulis producitur, hic quoque eodem plane modo, quo in Dicotyledonibus, ex infimis singulorum foliorum partibus extractis componitur, per quae cambii vertex proferitur. Sed tum quoque terminalis gemmula eandem, quam jam descripsi, praebet constructionem.

Omnino igitur monocotylea folia e cambio prodeunt simili ratione ac dicotylea. Neque in hisce unquam vidi, ut multi volunt, folium sub apice quodam oriri sicut vallum quoddam circulare, deinde undique surgere, tum demum apicem superare ac prorsus involvere. Quae res si ita se haberet, apicem quendam axis supra intimi folii initium apparere, necesse esset, id quod et in Monocotyledonibus nusquam animadvertere potui. Quin etiam saepe punctum vegetationis in hisce non solum supra folia elatum non comparet, sed vel inter cingentium foliorum basin immersum ac depressum. Folia nova ubique et summum tenent et medium locum. Unde sequitur, ut summa verticis cambialis particula aequae ac totus ejus circuitus perpetuo in folium abeat novissimum. Et novissimo quidem folio vix secreto, intimus, qui jam restat in centro, cambii glomerulus statim ad efficiendum recens folium superficiales cellulas auget.

Communem hanc gignendi legem vario modo varia genera monocotylea sequuntur. Describit Mirbel *), *Phoenix* in vertice folia novella eo modo oriri, ut summa quaedam verticis strata rimis transversis a reliquo cambio inferiore separentur, deinde in bullarum modum proferantur, tum circumscissim solvantur, adnato restante in uno latere petiolo, denique extrorsus removeantur. Folia igitur in illa oriri, paginis laminarum postea superioribus ipsi vertici transverse incumben-
 incumbentibus.

Alia prodire erecta observavi, et ea in planta, quae equitantibus praedita est foliis, *Iridem* dico. In qua cambii vertex, in longum protractus acumen, connatum folii apicem format, qui, quum elatus sit, inferiore parte in plicatam laminam fissus apparet. Jam vero hunc sinum, quem fissae laminae partes constituunt, recentis folii germen explet parvulum, tenuissimo cambio compositum. Quare in segmento per axem exciso (II. 12.) in gemmulae centro minimum apparet novelli folii germen, idque oblectum praecedentibus foliis, in conolorum modum superpositis, quibus fissae majorum laminae incumbunt. Omnes, postquam increcendo in majoris quodque cavitate assurrexerunt, lateribus alternis ex eorum fissuris egrediuntur, posterioribus perpetuo priora circumnitum versus remonentibus, id quod gemma transverse secta conspicuum redditur (II. 6—11). Quamquam igitur bases foliorum inclusae apparent omnes, summi tamen apices liberi observantur et separati. *Iridis* igitur folium non solum intra folia gignitur, verum etiam in ipso folii praecedentis centro.

Jam compares cum foliorum ortu, qualis e *Phoenix* et *Iride* descriptus est, aliarum quoque plantarum gemmulas, et

*) Mirbel, Sur le dattier, Comptes rendus de l'Academie française, 1843.

transverse et in axis directione sectas, quarum nonnulla ante oculos posui specimina (H. 13, 15, 16, 22, 23, 24, 27, 28).

Quodsi de una sola planta constat, totum verticem in novissimum mutari folium, neque quidquam restare, nisi intimam ejus particulam, quae continuo in nova atque nova abeat folia, si nullus unquam axis liber conspicitur, jure dici non posse videtur, axem, quasi proprium organum, oriri foliis priorem.

Vascula e foliis insequentibus decurrentia omnino quidem eadem ratione, atque in Dicotyledonibus, cambii viam petunt, obstante tamen illo vasculorum plexu, non directo, ut in illis, descendere possunt, sed et ipsa contextuntur, postquam confusa cambium illud passim circumvagari visa sunt. Attamen et horum distributionem lege quadam esse definitam, ex caulibus prolongatis liquet.

Ex multis observationibus, quas in compluribus generibus, praesertim in Palmis, viri excellentissimi Link*), Mirbel**), Mohl***), Martius †), alii instituerunt, lex quaedam distributionis haud minus certa, quam in Dicotyledonibus, effici videtur. Ad quam cognoscendam nonnihil affert herbaceorum caulium examen. Hi enim, ut arborescentes, multos ostendunt vasculorum fasciculos, in medullari tela, in quam cambium paullatim mutatum est, decurrentes, qui rariores in media, circuitum versus crebriores, in nonnullis circulis dispositi sunt. Omnes hos cinctos videmus strato quodam cylindraceo, circumcirca clauso, elongatis cellulis composito, quod in summo caule cambialem naturam praebet,

*) Link, Jahresbericht für physiologische Botanik für 1844. 1845.

**) Mirbel, sur le dattier, Comptes rendus 1843.

***) Mohl, über den Bau des Palmenstammes.

†) Martius, über den Wachstumsprocess der Palmen, Anzeig. d. bairisch. Akad. d. Wissensch. 1845.

inferius in libri formam indurescit. Et huic quidem tubo extremi vasculorum fasciculi immersi comparent. Ipse tubus corticale parenchyma a medullari secernit.

At fasciculorum circuli modo dicti, si singulorum investigas viam, e suo quisque folio prodeunt, ita ut, qui ex adultioribus orti sunt foliis, interiores, qui ex recentioribus, exteriores teneant locos. Cujusque enim folii fasciculi, ubi ex libera folii parte in connatam transeunt, per omnes recentiores, qui quidem e superpositis foliis decurrunt, ad ipsum caulis axem undique penetrant, ibique in circulo angusto positi usque ad inferius folium proximum descendunt, quod suo loco aequè fasciculos in intimum caulem immittit. In quos simulatque illi incidunt, rursus ad circuitum conversi, extra eos descendere pergunt. Et obliqua quidem via descendunt, quum in alio caulis articulo alius folii fasciculi centrum occupent, qui decurrentes magis magisque ad ambitum removeantur, donec illi tubo, quem supra descripsi, libroso immergantur, atque inter ejus cellulas adspectum effugiant.

Quodsi fasciculorum in vertice originem inspicimus, stratum illud cylindraceum undique in ipsum terminale vegetationis punctum congrredi videmus. Folii enim, quod summum tenet verticem, fasciculi, simili atque in plantis dicotyleis modo, ad interiorē tubi cambialis circuitum penetrant atque in eo descendunt, angustum, eumque tunc unicum, circulum formantes. Novo autem folio orto, hujus jam fasciculi ex centro inter praecedentes egrediuntur, ejusdemque petunt cambii circuitum. Quare necesse est, ipsae hujus circuitus cellulae in medullam paullatim mutantur, et e reliquo cambio persistente secernantur, ut praecedentis folii fasciculi, e cambiali cylindro axem versus remoti, locum cedant illis e novo folio descendantibus. Unde evenit, ut omnium foliorum fasciculi, quo plura folia recentia superponantur, eo magis

a cambii tubo ad axem procedant. Quum vero, quo superius oritur folium, eo minus reorsum fasciculi descendant distincti, omnes non prorsus e tubo illo separantur, sed basibus ei permanent inhaerentes. Tali modo perspicuum est, in adulto caule foliorum singulorum fasciculos parallelos quidem, tamen oblique a tubo libroso paullatim in ascendendo centrum petere, ex quo, quum assecuti sint, subito ad circuitum revertantur, ac secedant in folium, id quod in segmento per axem exciso apparet.

Nec dubium est, quin haec distributio in principalibus quidem fasciculis sit constantissima. Attamen creberrima ubique et vascula singula et minores fasciculi totam medullam pervagantur, majoresque circumtexunt fasciculos, quorum distributionis rationem nondum percepi. Sin vero principales eos funiculos in ipso, unde exorti sunt, folio investigamus, alii quoque fasciculi, alternatim inter eos in eodem circulo positi conspectui occurrunt, et ei quidem debiliores. Hi vero, ubi majores illi communem cambii circulum penetrant, non simul intrant nec transgrediuntur, sed extra eum in ipso cortice decurrunt, et in duos discedunt ramulos, quorum majorem et interiorem oblique ad exteriorem tubi cambialis vel libri circuitum demittunt, eique immergunt. Unde jam elucet, omnes denique fasciculos, omissis tantum minoribus illis, haud ita longe in caules descendere, sed alteros ex medulla, alteros e cortice utrimque in libroso illo strato congregari, ac denique delinquescere. Quam rem effigie quadam illustrare studui (III. 35).

At hunc distributionis modum, in *Stenotaphro americano* accuratius quidem observatum, in aliis quoque esse eundem, jure conjicere mihi videor, quam in pluribus quoque generibus monocotyleis simillimam invenerim caulis structuram, et iis praecipue *Smilacineis*, *Ruscum* dico, *Smilacem*,

Dioscoream, Asparagum, Polygonatum. Itaque, quum et illi botanici celeberrimi, quorum supra feci mentionem, eandem fere *Palmarum* esse doceant structuram, quum et Gaudichaud *) ex aliis quibusdam plantis proposuerit similem, optimo jure meritissimus Schleiden **) eam distributionem ut omnibus Monocotyledonibus communem explicasse videtur.

Jam igitur ut Gaudichaudii revocemus sententiam, qui recentiorum foliorum fasciculos vasculares extra adultiores descendere contendit, in Monocotyledonibus id quidem omnino haud falsum est, attamen eos ad ipsam usque pervenire radicem, structura diligentius observata plane reprobatur, quum per paucos tantum caulis articulos decurrere eos, pro certo constet. Id quod, etiamsi non ipsos videre liceat fasciculos in strato libri cylindraceo delinquentes, ex solo eorum, qui in caulis basi sunt obvis, fasciculorum numero, facillimum est ad intelligendum. Idem argumentum attulit Mirbel, ex observato *Phoenicis* trunco perceptum.

Quamquam vero ea, quam explicavi distributionis lex, suo in quaque familia variatur modo, id quidem certum est, nunquam in uno congregari cylindro fasciculos vasculares, sed pluribus ubique tanquam circulis, quos concentricos vocant, collocari, et iis irregularibus. Unde accidit, ut ne medulla quidem in distincto tubo includatur, sed totam interiorem caulis regionem expleat, cunctosque involvat ubique fasciculos.

Neque aliena videtur radicis natura, quum in primam radiculam ipsae cotyledonis telae recta via atque accurate prolongentur, eodem plane, quo in Dicotyledonibus, modo, insequentes vero radices aequae atque in illis, ex quovis

*) Gaudichaud, *Recherches* cet., Tab. I. VIII. IX.

**) Schleiden, *Grundzüge der wissenschaftl. Botanik.*

cambii loco possint oriri, structura primariae illi simillima. (II. 12. 23. 24. r^1 . r^2). Neque gemmula aliter in his plantis monocotyleis, quam in dicotyleis illis, in foliorum angulis, e foliis meris composita gignitur atque increscit. (II. 3.)

Verum eadem plane ratione, qua in dicotyleis, hic quoque nihil in axe, quem dicunt, deprehendas, nisi partes quasdam singulis enatas foliis, vel caulem totum e foliis compositum ac productum.

c) Filices.

Plantis et dicotyleis et monocotyleis in origine et incremento examinatis, jam ad Filices procedat investigatio, quae quidem natura longe diversae, tertium principale vascularium plantarum genus exhibent.

Filicis primordium sporula est, quae differt in eo a semine exacto, quod non, ut hoc, plantulam quasi includit perfectam, sed telam tantum aequalem, cellulosa, vasculis ullis privatam. E sporula humo insita plantula prodit e teneris solis composita cellulis polygoniis, et textura et colore folii speciem praebens, cui vel „proembryonis” vel, quum *Hepaticarum* „thalli” formam ac similitudinem gerat, „prothallii” nomen dederunt botanici.

Illud, ut specimine utar, *Cyathea aurcae* prothallium superne dilatatum, inferne in radiculae formam attenuatum est. Infimae cellulae complures demittunt fibrillas radicales simplicissimas. (III. 1. 2). In medio vertice locum animadvertas, tenuioribus in circuito, in centro demum tenuissimis cellulis distinctum, ex quo communem telam cellulosa perpetuo angere, adspectu facile nobis persuadetur. Plantula igitur minima ab origine, in latum increscit foliolum, plerumque planum et bilobum, inferne permultis obsitum fibrillis, superne interdum pilosum, quod altera pagina solo

affixum, oblique ascendere solet. Nec non alia in aliis speciebus utitur forma, quin etiam in *Anogramma chacrophyl'a* globosum invenitur, quasi bulbiforme prothallium. (III. 10). — Eandem fere et Link *) exposuit Filicum germinationem.

Quaecunque autem est forma, quum adoleverit prothallium, in media inferiore parte tuberculum apparet cambiale. Cujus ut accuratius inspiciamus incrementum, specimine utamur *Aspidio molli*. In hac regioni inter lobulos prothallii mediae illud insidet tuberculum, quod, continuo utrimque auctum, celeriter in frondis formam evolvi superne, inferne prolongari in radiculam coepit. Brevi interjecto tempore vasculum spirale apparet unum ex frondis apice usque ad radicis finem decurrens, solito modo cambii funiculo indutum, quod, ubi frondis caudiculus prothallio adhaeret, ad illud quidem se convertit, nec tamen intrat, sed angulo quodam quasi refractum, in radiculam recurrit. (III. 4 cet.).

Jam igitur totum ac perfectum folium adspectui praebeatur, superne in laminam se explicaturum, media parte in caudiculum contractum, inferne in radiculam prolongatum, quod media parte sola prothallio illi adnatum est.

Una cum ipso folii petiolo tela illa genitrix paullulum ascendit, cellulis inferioribus elongatis, superioribus globosis permanentibus et teneris. Qua re brevi tempore nova apparet gemmula, quae paullulum prolata, folii illius petiolo ipsi inhaeret.

Priusquam vero illa, in folii initium augetur, soli illi vasculo quod primum conspeximus folium percurrens, alia pauca in latere prothallium spectante adjiciuntur, quae in media folii parte primo illi arcte conjuncta, inferne illud in

*) Link, über den Bau der Farrnkräuter, 3. Abhdl. — Abhandl. d. K. Akad. d. Wiss. 1840.

radiculam sequuntur, superne vero ab illo discedunt, apicibusque punctum vegetationis appetunt. (III. 3. 10a.) Alia quoque interdum ad illum primi vasculi angulum, prothallio conversa, desinere videntur. (III. 7. β^c .) Neque ea quidem unquam in ipsum prothallium transeunt.

Dum secundaria haec vascula, quorum apices in tela cambiali observes singulos liberosque ac subtilissime rotundatos, pergunt ascendere, alterum ex elata illa gemmula oritur folium, prioris plane simile, frondem superne praebens, inferne radicem. In hoc pari modo singulum nascitur vasculum, ab apice usque ad finem plane continuum, quod media parte ascendentibus illis vasculis arcte apponitur (III. 6). Simul vegetationis punctum, relicto folio primo, una cum secundi folii funiculo prolatum, in loco aliquanto superiore tertii frondis efficit germen, petiolo secundo impositum. Nec mora, vascula ascendentia, postquam, adjectis novis, ad secundi frondis vasculum ortis, in majorem aucta sunt fasciculum, a secundo rursus discedunt folio, tertii petentes initium.

Hoc modo pergit plantula increscere, folia ex foliis conserens perpetuo. Suo quodque folium praeditum est vasculo, quod utrimque liberum, conjunctum est media parte communi illi vasculorum ascendentium fasciculo, eidemque nova adjiciens vascula atque compluria. Quam ob rem, quo longius ascendit ille, eo pluribus constat vasculis. (III. 5, 7, 8, 9).

Sed etiam vasculis singulorum foliorum propriis recentia subveniunt vascula, quorum alia per totam longitudinem iis conjuncta sunt, alia parte tantum altera ad singulum folium pertinent idque percurrunt, altera vero parte, ubi primum folii vasculum mediano illi fasciculo adnexum est, subtiliter recurvantur atque una cum illo recurrunt. (III. 5.)

Similem quandam structuram et Gaudichaud *) nonnullis *Ceratopteridis cornutae* figuris indicare videtur.

Intuentibus igitur nobis plantulam compluribus instructam foliis, haud jam dubium videbitur, quin ex congregatis solis foliis, mediano quodam vasculari fasciculo leviter consertis, sit composita. Quin etiam haud magno labore singula integra folia manu discindas ita, ut sua cuique adhaereat radícula, neque quidquam restet, nisi ille ipse fasciculus connexivus. Hanc et ipse ingeniosus Link **) comprobavit sententiam, examinatis Filicibus adultioribus.

Quod jam ceterarum plantarum in embryonibus cognovimus, folium primitivum esse laminam, et idem caulem, idemque radicem, id eo clarius in hisce elucet, quum non modo primum, sed etiam insequentia folia cetera ut frondes se exhibeant superne, in medio ut caules, inferne ut radices. Folium, elato cum eo cambio genitore, gignit folium. Quem hic caulem dicerem, qui produceret folia? Num medianum illum fasciculum connexivum caulem exhibere putemus, quamvis ante folia non fuerit, immo ex ipsis demum foliorum funiculis exortus sit atque auctus? Et ipsum prothallium, nescio, an folio cuidam primitivo sit comparandum, quod, vegetationis puncto praeditum, cetera gignat, et aequae ac sequentia illa et folii et caulis et radiceis indoles complectatur cunctas. Aequae Link id prothallium nominat extensionem foliaceam.

Filices, quae tam simplici tamque pellucida ratione incrementum coeperunt, eadem fere pergunt augeri, nisi quod, quum crebriora postea oriantur folia, connexivus ille fasci-

*) Gaudichaud, Recherches cet., tab. IV.

**) Link, über den Bau der Farrnkräuter, 1. Abhdl. — Abhandlungen der Akademie. 1834.

culus in plures dividitur ramos fere parallelos, qui suis quisque conseruntur foliis.

Quare in adulto Filicum caule fasciculos medianos invenies certa lege distributos, alternatim foliorum fasciculis summa cum constantia conjunctos. Quam distributionem e *Nephrolepide tuberosa* depromptam effigie quadam proposui (III. 34), cui segmenta ejus plantae compares transversa (III, 18—31).

Conspicias fasciculos quinque connexivos, aequaliter distributos, totumque constanter percurrentes caulem, qui alternatim in spira quadam bini appropinquantur atque connectuntur. Foliorum bini fasciculi, ubi caulem intrant, in partes discedunt, suum uterque appetunt fasciculum connexivum, una cum iis descendunt, donec hi, id quod jam exposui, connectuntur, et ipsi foliares illi fasciculi rursus conjunguntur. Quod ubi evenit, in unum ambo secedunt fasciculum, qui deorsum ex caule egressus in radicem abit.

Unde conspicuum est, et in adulta hujus generis Filice eosdem descendere e fronde ad radicem fasciculos, frondemque ipsam in radicem transire. Nec minus in hac planta manu licet probari, suam cuique folio radicem esse attributam. Id quod in herbaceis Filicibus, gracili caudice praeditis, maxime patet. Quo enim crebriora atque confertiora nascuntur folia, eo confusior, fasciculis flexuosissimis, videtur vasculorum connexus, ita ut cujusvis ordinis expertes et frondes et radices prodire e caule diceres.

Segmentis tamen transversis accuratius comparatis, et in hisce legem quandam deprehendes. Ubique caulis fasciculi in circulo positi, ubi folium discedit, alternatim congressi connectuntur, ut intrantes folii fasciculos inter se recipiant (III. 11—17).

Hunc communem consertionis modum ea insuper, quae Link *) de diversis caulium filicinorum generibus disseruit, omnino comprobant. Neque inde abhorrire videtur structura, qualem praeclarissimus Mohl**) Filicum arborescentium propriam descripsit. Et in illis enim simillima utique ratione foliorum fasciculi caulis ligneo tubo inseruntur. Angulos enim, ille docet, plerumque esse tubo ligneo sedecim, qui, binis tum admotis, tum semotis, alternatim binos folii aliqujus fasciculos recipiant. Qua de causa et illorum foliorum ortum haud ita diversum licet suspicari.

Filices clauso ligni tubo carentes axem habent e parenchymatica quadam tela constitutum, cujus cellulae, plerumque oblongae ac durae, ligni fere speciem simulant. Nec tamen ligneo ceterarum plantarum strato, immo vero medullae sunt comparandae, cui, etsi non forma, sede tamen atque origine cernuntur simillimae. Explet enim ipsum caulis axem, et amplectuntur connexivos illos fasciculos in ambitu positos, ita ut, firma cellularum consistentia adductus, clausum crederes ligni corpus, quale fere Mohl ex arborescentibus exposuit speciebus. Haec enim medulla, transverse secta, aut orbicularem, ut in *Nephrolepide* (III. 18 — 31), aut, positis in suo quoque angulo fasciculis, multilobam, ut in *Struthiopteride* (III. 11 — 17.), figuram exhibet. Ipsi medullaris columnae lobi vel anguli, quum modo conjungantur una cum fasciculis, modo separentur, crebras inter se lacunas includunt (III. 11 — 17. v.) ita, ut totum medullare corpus, a circuitu spectatum, varie reticulatum appareat. Corticalis tela e foliis oriunda, medullam et vasculorum fasciculos ubique involvit, atque in ipsas penetrat lacunas.

*) Link, über den Bau der Farrnkräuter, 1. Abhdl.

**) Mohl, über den Bau des Farnstammes.

Itaque quam simplicissima apparet filicini caulis structura. Folia in medio connata, ut frondes superne, inferne ut radices praestantia, medianis quibusdam fasciculis, medullari tela involutis, leviter connexa, exstruunt plantam.

Increscendi modo per tria jam summa plantarum vascularium genera observato atque comparato, eandem, quam omnes sequuntur, legem percepimus principalem. Perfecta folia bina, arcte conjuncta, plantae dicotyleae effecerunt initium, monocotyleae singulum, Filicis imperfectum quoddam corpus foliaceum. Conscrebantur folia ex foliis, quae, posteriora prioribus inferne immersa, caulem exstruebant. Se-junctis, quae suo quaeque folio debent tribui, partibus, axis restat nullus, nisi forte medulla ac summus cambii vertex. Medulla vero, quum cellulis componatur cambialibus, expansis et elato vegetationis puncto quasi relictis, increscente caule plerumque arefit, discerpitur, evanescit. Et ipse cambii vertex perpetuo inter ascendentes fasciculos elatus ac re-productus, nec permanet neque consistit. Itaque emortua medulla, verticeque cambii in altum elato, in perfecto caule, quod axi tribuatur, nihil jam cernitur. Neo mediana quidem illa Filicum vascula aliud quid sunt, nisi foliis producta.

Attamen esse caulem constat, sed non, qui, foliis appendicibus prior, ipse eos genuerit, immo vero qui origine eorum aequalis, ex iis potius et componatur et producat. Jam igitur probata videtur Gaudichaudii sententia: „*Tout est appendiculaire dans les végétaux vasculaires. Il n'y a d'axifère que la moëlle*” *).

Verum genera principalia diverso utuntur in construendo caule modo. Folia enim dicotylea fasciculos demittunt rectos

*) Gaudichaud, *Recherches ect.*, pag. 44.

et parallelos, in uno tantum circulo exacto positos cunctos, qui, communi cylindraceo cambii strato conjuncti, interius parenchyma, velut medullam, ab exteriori, velut cortice, plane separant. Monocotylea vero folia fasciculos suos in complures singulos passim distribuunt circulos, oblique eos demittunt, plexibusque connectunt complicibus atque confusis, ita ut neque omnes eodem cambio jungantur, neque medulla clauso eorum tubo cingatur, sed ipsa plerosque illos involvat dispersos. Filicum denique folia fasciculos, ubique fere distinctos et separatos, annectunt potius cauli, quam inserunt, aliis continuo inter se productis vasculis medianis et connexivis. Itaque multo perfectior ceterarum apparet caulis, quam Filicum. Folia contra singula in hisce sunt perfectiora, quam ceterarum primitiva tantum folia in veram ipsa prolongentur radicem, Filicum contra et sequentia singula propriis radiculis gaudeant. Itaque foliorum singularitas perfectissima in Filicibus, minor in Monocotyledonibus, minima in Dicotyledonibus, contra caulis constructio in hisce exactissima, minus perfecta in Monocotyledonibus, in Filicibus rudissima cernitur.

Quum igitur folia partes esse videantur simplices, quasi individuae, origine aquales, quae totam sola construant plantam, omnes actiones, quae dici possunt vegetabiles, in folii natura positae sint, neque singulis singula organa origine differentia fungantur, necesse est. Quaecunque igitur telarum genera ad diversas vitae functiones opus sunt, ex solis illis, quae in folio occurrunt singulo, telarum formis deducenda esse videntur.

Jam igitur ad id animos attendamus, ut singuli folii et incrementum et structuram perspiciamus.

2. *Folii singuli incrementum inspicitur.*

Variis telarum generibus adultum folium videmus compositum, quum liberam tum praecipue connatam ejus partem. Discernuntur vasculorum genera multiformia, ligni librique cellulae, variae parenchymatis formae, epidermis, cambium denique. Verumtamen folii initium tuberculum est tenuissimis cellulis constructum plane aequalibus. Itaque telae ex eodem cambio diversae prodeant necesse est.

Primum igitur increscit folii germen, auctis perpetuo ejusdem generis sphaerici cellulis, donec corpusculum prius depressum oblongam quandam assequatur formam. Attamen incremento parum progresso prima jam conspicitur differentia, quum cellulae interiores exterioribus appareant pellucidiores (ubique α). Formam magis distinctam magisque extensam praebent externae, internae minus definitam, elongatam, angustissimam, tenuissimam. Vel cambii naturam internae obtinent, externae paullatim relinquunt. Jam productae atque exactae hae differunt ab illis productricibus.

Nec mora axis cambialis in complures dividitur funiculos, qui, novis toto ex circuitu dimissis cellulis amplioribus, magis magisque separantur.

Et in iis quidem foliis, quibus perfecta est tubuli vel infundibuli forma, funiculi cambiales ex axe secedunt in circuli speciem, intermediis quoque cellulis in parenchymaticam formam mutatis (I. 20. 22. v.). Quae vero folia aliquam tantum circuli partem exhibent, tum pluribus, tum paucioribus, pro figurae latitudine instructa sunt funiculis, qui in arcu quodam positi apparent.

Omnes funiculi, ubi liberam percurrunt folii partem, plane separantur, parenchymaticis ubique cincti cellulis, ubi

in caule descendunt, levi quodam cambiali circulo inter se conjuncti permanent. Nec jam novas cellulas per ordines enasci conspicias, nisi ex illo cambii circulo, vel ex separatis ejus funiculis. Unde luculentissime sequitur, ut a sola funiculorum et forma et dispositione folii figura pendeat. Connata igitur folii pars, quum in circulum vel semicirculum funiculi sint congregati, et ipsa teres vel semiteres, quam vocant botanici, redditur. Forma petiolo est simillima, simili adducta funiculorum positione. Lamina vero, quae dissipatis percurratur funiculis, inter quos tenne quoddam parenchymatis stratum', quam substantiam dicunt foliaceam, extensa sit, maxime dilatatur.

Hucusque aequales quoquoversus cellulae e cambio prodierunt, quippe sphaericae illae vel polygoniae, quibus parenchymati nomen est datum. Jam vero alteras in altera parte cellulas oriri videmus. Quam ob rem constantissime discernere debemus, et in funiculis et in toto folio, exteriorem partem vel ab axe aversam, et interiorem vel conversam ad eum. Haec in foliis illis circularibus centrum tenet singuli folii, in angustioribus communem certe spectat axem. Quae partes ne ancipiti notione confundantur, jam interiorem, quippe quae in connatis partibus medullam constituat, „medullarem“, exteriorem, quae componat corticem, „corticalem“ dicam. Nam suam utraque naturam per totam folii longitudinem conservat.

Extremus, qui totum folium cingit, cellularum ordo primus in distinctam epidermidis formam mutatur (I. 26. z.). Quo facto insequentes continuo ordines propiores epidermidi quique prius atque clarius certam formam assequuntur. Paulatim diversa parenchymatis strata discerni licet in corticali parte. Tunc demum in medullari funiculorum cambialium parte prima conspiciuntur vascula, tenera, vere spiralia,

quae brevi tempore in fasciculum sine ordine congregatum augentur (I. 26 cet. β^1). Adduntur etiam interdum nonnulla ceterorum generum vascula, praecipue annularia, quae dicunt, deinde scalaria vel cetera. Continuo totus medullaris funiculi circuitus in eas elongatas vel tubulosas cellulas, quae nominantur lignae, mutatur (γ), aliaeque ejusdem generis novellis vasculis et interponuntur et a corticali parte apponuntur, qua re jam totus fere vasculorum fasciculus a ligneis cellulis cingitur.

Quae dum in parte medullari e cambio secernuntur, corticales parenchymatis cellulae et amplificari et ab exteriori funiculi cambialis parte paulatim augeri pergunt, ita ut ipsum cambium, vasculis ligneisque cellulis hic, illic parenchymaticis perpetuo interjectis, et ab axe et a circuitu magis magisque removeatur. Quum vero, quotcumque cellulas in utramque partem dimittit, et ligneas et parenchymaticas, ipsum tamen cambium ejusdem semper latitudinis observetur, hujus cellulas ex ipsis in infinitum reproduci satis liquet.

Simulatque ad constituendum corticem exteriorem satis ordinum adsunt cellularum sphaericarum, hac quoque parte cellulae, quales librum formant (δ), longae atque angustae e cambio prodeunt, in fasciculos aggregatae pro corticali cambii circuitu plerumque curvatos.

Jam principales omnes telarum formas conspicimus exorsas. Completo suo quisque cambii funiculus telarum systemate circumdatur. Quae singulae in connatis angustatisque foliorum partibus aggregantur in circulos, interruptos quidem, sed concentricos, quos dicunt. In liberis angustiorum foliorum partibus arcus saltem formant e circulo sectos.

Eodem modo per totum folium telarum systemata quoquo-versus e funiculis cambialibus nascuntur atque augentur, et

in caule et in petiolo et in laminae, quas dicunt, costis. Attamen laminae partes propriae, postquam primum in parvulo folii germine inter funiculos superne discedentes extensae sunt, multo serius e cambiali statu procedunt ac distinctiorem assequuntur formam (28.1).

Examinato segmento transverso, funiculi apparent arcus aut circuli specie collocati, cuneatas vel obovatas praebentes figuras, quarum pars angustior axem, circuitum latior spectat. Extremum medullarem marginem lignae complures formant cellulae vascula ipsa tegentes a medulla. Tum ex medullari extremitate circuitum versus pergens, vascula spiralia sequi videbis, ubique ligneis illis cellulis cincta ac permixta, quorum totus fasciculus triangulum fere exhibet. Sequitur cambii stratum semilunare, latiori trianguli incumbens parti, cujus cellulas tenuissimas in ordines radiales accuratissime consertas reperies. Convexo tandem cambii lateri corticem versus libri fasciculus appositus est, aequae curvatus, cellulis compositus confusus, ut vascula illa, congregatis. Omnia denique involvuntur crassis stratis parenchymaticis, quae et axem explent, et funiculorum systemata separant, et cuncta a circuitu cingunt. Quod quidem parenchyma, ubique continuum, in axe vocatur medulla, cortex in ambitu, ubi inter fasciculos medullam cum cortice conjungit, radii medulares, ubi extremo ordine omnia cetera tegit, epidermis. Neque minus in libero foliorum articulo, quam in connato hae partes cernuntur eadem.

Duo igitur telarum genera exstant principalia, sphaerica vel polygonia forma alterum, alterum tubulosa distinctum. Gignitur illud e cambio prius, hoc posterius, exteriora illud, hoc interiora tenet loca, cambiumque ipsum ubique comitatur.

Neque ita difficile videtur intellectu, formas illas principalibus quoque attribuendas esse vitae actionibus. Omne

vivum enim et excipit nutrimentum, et ad augendum suum corpus mutat digeritque. Qua re et plantae tam ad succos adducendos, quam ad concoquendos apta habeant organa necesse est. Et hanc quidem fundamentalem cellulas inter et vascula differentiam jam Wolff recte videtur perspexisse, qui vascula omnino ductores succorum esse, digestores existimavit esse cellulas.

Vasculorum nomine autem Wolff ampliore sensu tria illa cellularum genera amplectitur: spiralia scilicet vascula eorumque cognata, et ligni cellulas, et libri. Vascula enim, sensu strictiore dicta, cellulae sunt fibris spiralibus instructae, quae quum aut liberae possint evolvi, aut varie inter se connexae sint, varia exhibent vasculorum genera: vere spiralia dico, annularia, scalaria, striata, punctata, cetera. Neque enim fibras illas spirales vasculum constituere per se, nulla membrana inclusas, sed ex veris illud oriri cellulis, satis apertum videtur, observatis vasculis in cambii strato novissimis. Ibi enim percipies cellulas, tum longiores, tum breviores, spiris tenuissimis subtiliter inscriptas, utrinque rotundatis apicibus clausas, iisque seriatim consertas, quae primum quidem verae cellulae, quo magis adolescent, eo clarius vasculorum ostendunt structuram. Id quod praecipue in conspectum cadit cum in aliis, tum in Filicum gemmulis, in quibus gradatim vasculae vasculis asseri videntur.

Prima vascula constantissime sunt mere spiralia, illa dico, quae in medullari funiculorum cambialium angulo oriuntur (ubique β^1). Neque omnino multa alia in primitivis, quos descripsi, singulorum foliorum fasciculis cernuntur aut annularia, aut scalaria, aut alia. Quin etiam in illis plantis, quarum reliquum stratum lignosum spiralibus plane caret vasculis, primitiva illa tamen exacte spiralia sunt, ut in

Ephedra, Cunninghamia. Id quod et Mohl *) de *Cycade* ipsisque *Pinis* affirmat. Ceterum vascula haec et amplitudine et forma varie differunt, tum teretia sunt, tum multangula, tum longe, tum breviter articulata.

Ligneae, quae ubique addictae vasculis sunt cellulae (γ), quum nulla re ab illis vasculis, nisi defecta fibrilla differant, vel ipsae optimo jure vascula vocantur, et ea fibrosa. Quae quidem plerumque vasculis spiralibus angustiora, crassioribusque, quam illa, parietibus instructa sunt. Ceterum et eadem maxime varia, sicut illa, apparent, multangula, teretia, compressa, tum amplo lumine, tum nullo fere donata.

Tertium tubulosarum cellularum genus liber nominatur (δ), qui cellulis plerumque longissimis, flexibilibus, parietibusque valde crassis a ligni cellulis differt. Cujus extrema quidem forma a ligno plane videtur distincta. Intermedias vero formas intuentem creberrimas effugere non potest, constantem inter eas differentiam plane nullam esse. Quam ligni tam libri tubuli tum multanguli, tum teretes, tum breves, tum longi cernuntur, neque ullum inter eos discrimen, nisi quod plerumque libri tubuli corticem versus, ligni tubuli medullam spectantes oriuntur. Sed ne hoc quidem constanter apparet, quum haud raro occurrant plantae, in quibus aut mutatis inter se sedibus altera tela alterius teneat locum, aut intermedia quaedam forma in utroque loco conspiciatur. Sic, ut exempla afferam, in *Visco* libri forma et in ligni sede obvia est sola, in *Ephedra* libri fasciculi cernuntur intra tubum vascularem in medullae ambitu positi. In multis Monocotyledonibus eadem forma et libri utuntur et ligni tubuli, ut in *Rusco*, *Dioscorea*. Et ipse Mohl *Zamia* librum explicat ligni structuram simulantem. Itaque

*) Mohl, über den Bau des Cycadeenstammes.

ligni et libri cellulae in unum commune telarum genus videntur deferendae.

Cunctis vero vasculorum generibus et spiralibus et fibrosis, quacunque praedita sunt forma, id quidem commune videtur, quod succis tantum expleta pellucida plerumque apparent, neque unquam coloratam ullam includunt materiam. Rarissime tantum amyli, quod dicunt, granula in iis occurrunt, id quod in aliis et in *Vite vinifera* cernitur.

Aequae ac vascula cellulae quoque parenchymaticae in varias mutantur formas, et pro sedis natura, et pro directione incrementi, et pro peculiari vitae actione. Extremae cellulae, quae ceteras tegant cunctas, in circuitus tractu extenduntur, parietibusque firme conjunguntur (x).

Medullares cellulae (ε), quum semel perfectae aut paulum omnino, aut certe aequaliter undique comprimantur, globosae vel regulariter polygoniae permanent, aut, toto folio prolongato, in cylindros extenduntur, nec tamen verticales, in quibus oriri solent, ordines relinquunt. Expletae sunt paucis omnino rebus, saepe amylo, chlorophyllo interdum, raro succis, postea plerumque vacuae observantur.

Illae radialia parenchymatis strata, quibus funiculi separantur, incrementibus vasculorum fasciculis, in muriformem illam, quam dicunt, telam comprimuntur radiis medullaribus propriam.

In ipso cortice duo praecipue discernenda sunt strata, quum cellulae exteriores multo sint angustiores, longiores, confertiores (26 η), interiores vero ampliores et tenuioribus cohaerentia parietibus (ζ). Illae magna chlorophylli copia impletae sunt, haec et alias materias et prae ceteris amyllum includunt. Quae omnes in ordinibus verticalibus plus minusve accuratis positae cernuntur. Rarius haec ambo corticis strata in unum plane conflunt, quum, etiamsi non definitus

inter ea sit terminus, tamen ut oppositae totius corticis partes diversam illam ostendant parenchymatis naturam.

Tertium praeterea apparet in cortice telarum genus, cellulis in tubulosam formam productis (9). Illud dico, quod Schleiden et e permultis plantis herbaceis ut „exterius corticis stratum”*) et e *Cacteis* „collenchymatis”**) nomine descripsit. Elucet inter omnes hujus generis cellulae parietibus admodum incrassatis, pellucidis tamen et fere gelatinosis, quae ita arcte sunt connatae, ut transversum intuens segmentum, non tubulos singulos propriis separatos parietibus, sed quasi lumina potius crederes in aequali quadam materie posita. Quod quidem stratum quum ordinibus in circuitu plerumque parallelis epidermidi accumbat, inque extremis potissimum foliorum ac tenuissimis inveniatur partibus, ut in acuminibus, mucronibus, carinis, marginibus, ceteris, ad eas tutius involvendas et firmandas et erigendas adjuvare epidermidem videtur.

Aliena denique tela in cortice exstat, vasa scilicet illa utriculiformia, reticulatim conjuncta, quae, quum peculiares succos includere soleant, „propria” dicunt plurimi botanici, C. H. Schultz autem „vasa laticis”. Haec equidem plerumque „corticali fasciculorum libri circuitui arcuatim apposita conspexi.

Et hoc stratum et epidermis plerumque pellucida aut vacua, solidis aut coloratis materiis rarius cernuntur expleta. Itaque collenchyma, quamvis parenchymatica origine tela, tamen, praesertim ubi maxime prolongatis componitur cellulis, librum admodum aemulat.

*) Schleiden, Grundzüge der wissensch. Botanik.

**) Idem, Beiträge zur Anatomie der Cacteen.

Dum hae formae in ipso fasciculorum vascularium circuito per totam longitudinem secernuntur, pariter et inter fasciculos in lamina folii diversa cellularum genera paullatim dignosci coeperunt, corticalem paginam occupans alterum, alterum ei a medullari vel superiore pagina impositum. Illud fere aequat interius corticis parenchyma cellulis sphaericis tenuioribus, leviter tantum cohaerentibus, rariore praeditis chlorophyllo. Hoc vero propriis componitur cellulis cylindraceis vel oblongis, superficiem paginae versus erectis, magna chlorophylli copia repletis (26—28 t). Quae formae in aliis accuratissime sejunctae, in aliis utique confluunt. Ubicunque vero sunt distinctae, stomata, quae vocantur, constantissime paginae inferiori, sphaericis scilicet illis cellulis, imposita cernuntur, et hoc cylindracearum strato, quod suo jure propria laminaris tela dici potest, superne teguntur.

Cuncta vero parenchymatis genera, ex eadem sphaera oriunda, quamquam, propria quodque natura sua et indole gaudentia, diversa sunt censenda, permultis tamen formis intermediis conjuncta atque cognata apparent, ita ut quasi una serie a cellulis exacte globosis, mutata gradatim forma usque ad longissimos angustissimosque procedas collenchymatis illius tubulos. Quin etiam, quaenam denique est certa inter vascula illa libri lignique fibrosa et ipsum collenchyma constans differentia?

In multis nimirum plantis collenchymatis cellulae a libri tubulis forma certe discerni non possunt. Nec loco quidem constanter differunt, quum modo liber in extremo circuito epidermidi ipsi appositus sit, ut in *Casuarina*, *Cunninghamia*, modo collenchyma in medullari parte ad fasciculos appropinquet. Quum denique et ligni tubuli saepissime in ipsum parenchyma medullare gradatim transeant, id quod adspsectui promptissimum est in *Asparago*, negandum jam videtur,

ullum esse certum inter vascula fibrosa et parenchymatis cellulas discrimen.

Adspectis denique illis vasculorum spiraliū generibus, quae vera spira carent, sed tantum punctata sunt, qualia in *Coniferis* inveniuntur, comparatis quoque ligni illis tubulis creberrimis, qui pariter punctati cernuntur aut fere striati, mihi profecto ne spiralia quidem vascula vera a ceteris cellulis certo ullo atque constante indicio differre videntur. Jam igitur cuncta telarum genera, quamvis appareant diversa atque opposita, intermediis quibusdam formis conjuncta videmus et cognata.

Num quid mirum, quod telae eodem cambio exortae, formas quoque vicissim inter se permutant. Immo vero mirari possemus, si formae, origine pares, postea ubique oppositae tantum apparerent. Suo igitur jure jam Wolff strictam inter vascula et cellulas oppositionem negavit.

Quum vero aliae in alias transeant formae, vitales quoque actiones, quae iis attributae sunt, non prorsus per singula telarum genera distinctas, sed similes esse similibus addictas; statuendum erit.

Itaque persuasum mihi habere non dubitem, vascula spiralia ducere succos et vascula utriusque generis fibrosa acque ducere. Tam longissimos illos libri tubulos, quam dura ligni strata ad firmandam plantae figuram simul contribuere; quin etiam collenchymate illo hac in re adjuvari. Alias contra id ipsum collenchyma, ubi latioribus brevioribusque componatur cellulis, modo exteriori parenchymatis strato, modo epidermidi adesse ad augendam utriusque actionem.

Unde sequitur, ut possint interdum sine ullo plantae detrimento singulae formae prorsus deesse, si similes sint substitutae. Sic lignea *Coniferarum* strata fere una tantum vasculorum forma constituuntur. Sic in *Visco albo* verae ligni

cellulae non conspiciuntur. In aliis permultis liber non occurrit, et iis potissimum herbaceis, aequè vero et in aliis arboribus et in *Viburno Lantana*. Eodem modo plantis aliis alia desunt parenchymatis genera. Quia etiam corticales cellulae cum medullaribus functionem posse permutare, ex eo praecipue elucet, quod illa propria laminaris tela (*l*) non solum in medullari laminarum pagina oriri potest, ut in plerisque plantis, verum etiam in corticali, ut in *Casuarina* aliisque, et iis imprimis, quibus clausae sunt laminae, quales accuratius postea explicabo.

Etiamsi vero non singulis plane addictae sint vires peculiare, tamen ad functionem suam quodque telarum genus prae ceteris est aptum. Quare singulae diversorum generum cellulae non quasi fortuito dissipatae sunt inter singulas, sed similia ubique pro eadem functione similibus adjiuntur.

Itaque formae principalibus functionibus diversae ab initio in partes discedunt, medium petentia vascula, quae et succos adducant, et firmum reddant totum plantae corpus, velut skeleton quoddam; parenchyma vero ad circuitum secedit. Et ipsum parenchyma denuo pro duabus actionibus sejungitur in partes, illis scilicet formis, quae omnia involvantur ac tegantur, in extremum remotis ambitum.

Sin vero perfectissima, ut ita dicam, folia contemplantur, accuratius quoque singulas formas in propria sibi et pro diversitate functionum accommodatissima loca disjuncta esse intelligemus. Sic in caule inque petiolo praevalere videmus vascula, in confertum tubum composita, velut succorum ductores, in lamina dominare parenchyma, velut telam digestricem, in latis expansum planitiebus.

Exactum folium duas praecipue praebet partes distinctas. Ubi enim e praecedente gignitur, ab initio utroqueversus increscit. Majorem telarum partem sursum effert, liberum

quoddam exhibens corpus individuum, minorem folio genitori conjungit atque immergit. Hacce parte corpori a prioribus jam foliis composito inseritur, illa id ipsum auget. Ex amborum partium confinio vasculorum fasciculi per nonnullos articulos descendant, ad folii apicem usque ascendunt. Comparent enim fasciculi hoc in confinio validissimi, attenuantur utrinque. Deorsum prioribus implicantur, ex quibus succos recipiant, liberi excurrunt sursum, quo eos deducant, in laminis.

Superior folii pars denuo ex tribus plerumque partibus consistit. Quarum infima novum constituit caulis articulum, aut sola, aut cum aliis similibus conjuncta, media liberum format petiolum, laminam summa. Ubi decedit petiolus, insequens enascitur folium. Parenchyma caulis in petiolum, nullo interjecto termino, transit, fasciculi, hucusque in cylindrum distributi, ad unum undique latus in petiolum congregantur.

In hoc aut arcus specie componuntur, medullaribus lateribus communem spectantibus axem, aut in novum clauduntur tubum, suum formantes novum medullaribus partibus axem novamque medullam. Et haec quidem summa est inter petiolos differentia, quod alterius generis petiolus nihil est, nisi lamina quasi angustata, alterius vero caulis ipsius quaedam continuatio. Apertos illos, hos liceat clausos appellare.

Fasciculi ita congregati in laminam rursus discedunt, aut e fisso explicatoque tubo dissipati, si clausus est petiolus, aut, sin apertus, simpliciter separati. In ipsa lamina parenchymatis generibus illis, quae, una cum vasculis cambiales funiculos hucusque comitata, quasi clausa constituunt systemata, novae jam illae adduntur propriae laminae cellulae. Extenditur parenchyma e systematum illorum lateribus, eique imponitur tela illa cylindraceis cellulis distincta.

Reperiuntur tamen aliae laminae, quae aequae ac clausi petioli, de quibus supra expositum est, non exsertis in planitiem fasciculis praeditae sunt, immo in tubo ubique conclusis. In quibus, dum medullaris pars in fasciculorum circulo permanet inclusa, corticales omnium fasciculorum partes quoquoersus circuitum spectant, totumque folium circumcingunt, ita ut superior pagina vel medullaris et inferior vel corticalis distinguere nequeant, sed quasi una tantum obvia sit, et ea corticalis. Itaque huic quoque propria laminaris tela incumbit, id quod jam antea dixi.

Laminae igitur eodem ac petioli jure in apertas, ut ita dicam, vel planas, et clausas vel tubulosas possunt dividi. Clausae, quae auctores plerumque phyllodia vocare solent, ut specimina asseram in *Acaciis* iis, quas aphyllas dicunt, in *Asparago*, *Iride* (II. 4, 5, f^a.) ceteris occurrunt.

Folia igitur clausa, clausis donata petiolis, clausos quoque formantia caulis articulos, originalem illam folii figuram, tubulum dico, constantissime conservant.

Vario autem modo clausae et apertae partes in variis foliis permiscuntur. Petioli occurrunt plane clausi in *Robinia*, *Liriodendro*, *Vite*, ceteris permultis, inferne laxae, superne confertae clausi in *Dioscorea*, superne clausi, inferne aperti in *Rosa*, *Smilace*, fere clausi in *Ledo*, plane aperti in *Syringa*, ceteris plerisque. In aliis denique petiolis tam accurate coarctati sunt fasciculi, ut medulla inter eos plane desit, sic ut in *Acacia*, *Rusco*, *Asparago*. Haud aliter ipsa quoque lamina modo plane clausa occurrit, ut in *Acacia*, aut partim fissa atque complicata, ut in *Iride*.

Longum est, multifarias perlustrare foliorum structuras, et ab harum observationum proposito consilio alienum. Jam satis habeo, communem quendam telarum et distributionis et constructionis modum exposuisse. Formas foliorum incrementales

accuratius observavit Eugenius a Mercklin *), cujus jam supra feci mentionem, qui omnino figuris externis potius operam dedit, quam internis structuris. De *Palmarum* foliis incrementibus principue Mohl **) disseruit, multa attulerunt de folii anatomia et alii et meritissimus Kunth ***), accuratissime denique comparavit singularum telarum incrementum vir diligentissimus Harting †).

Saeppissime vero adspectui offeruntur plantae, quibus formae sunt minus complices, singulisque partibus plane destitutae. Sic libera folii pars interdum deest, sed forma tantum deest exterior, quum peculiare illius telae certissime adsint. Planta enim, quam vocant aphyllam, foliis componitur nusquam fissis, sed prorsus connatis inque simplicissimum corpus quasi compactis. Laminarum tum telae in corporis hujus circuitum recedunt, caulinae medium tenent. Etiam si pauciora tantum reperiantur telarum genera, actiones tamen omnes aptis cellulis non carent.

Ejusmodi folia et in aliis et in *Cacteis* inveniuntur plerisque. Quas aequè ac ceteras e foliis solis esse constructas jam ex eorum initio eluxit. Nec magni est, conspiciere in gemmula terminali, totum plantae apicem foliis singulis non solum obsitum esse, verum etiam compositum. Haud alia ratione ceteri quoque caules, quos dicunt aphyllas, foliis exstruuntur, quamvis visui minus promptis, tamen non

*) Eug. v. Mercklin, zur Entwicklungsgesch. der Blattgestalten.

**) Mohl, über den Bau des Palmenstammes.

***) Kunth, Lehrbuch der Botanik. I.

†) M. G. Harting, Recherches micrométriques sur le développement des parties élémentaires de la tige annuelle des plantes dicotylédones, Annales des sciences nat. 3. Sér. T. 4.

fictis cogitatione. Ubique enim particulas caulis cunctas singulis attributas esse foliis, ipsa anatomia edocemur.

Jam satis igitur constat, quaeque in caule actiones sint positae, omnes iis telarum generibus, quae ex ipsis prodeant foliis, esse addicendas. Quodsi permultis formis componitur folium, accuratius functiones quoque in singulas distribuuntur peculiares, sin vero paucis tamen utitur, in paucas has conferuntur actiones alioquin diversae.

Quin etiam accidit, ut una tantum forma cunctis fungatur actionibus, Filicum dico prothallium. Unica in eo occurrit cellularum forma, quae totum foliolum simplicissime construit. Idem cellulae genus et exhaust e solo succos, et ducit, et digerit. Exstat demum prima differentia emissis haustoribus fibrillis (III. 1, 2). Ordine quodam a simplicissima hacce forma ad perfectissimam folii figuram ascendente, et actiones vitales, et telarum formae, primum ad unam limitatae, magis magisque dividuntur ac sejunguntur.

Ita fere conformia *Cactearum* se praebent initia, tamen vascula jam parenchymati interposita sunt, et tela, superne expansa, inferne in radicem comparet contracta. Secesse-runt jam hauriendi actio in basin, ducendi in medium, dige-rendi in circuitum. Propriis insuper cellulis tegmentum constitutum est. Sed parum differunt pro functionibus ipsius parenchymatis cellulae, quae perfectioribus demum in plantis accuratissime discernuntur.

Tunc discedunt in duo strata parenchymatis cellulae, interius altricibus imprimis addictum materiis, exterius coloratis. Additur tertium quoddam laxum ad respirandi actionem aptum. Producitur suae formae tela laminaris, quae magna vi chlorophylli expleta, respirationem tegit. Quae cuncta in sua quodque semoventur loca. Permanent enim in centro vascula ut ductores, inque proximo eorum circuitu vasa ex-

stant, quae vocantur propria, continuo sequuntur cellulae digestrices atque conservatrices, quae stratis illis coloriferis cinguntur, respirationis telae libere extenduntur petiolisque gracilibus in aërem efferuntur. Cuncta teguntur firma epidermide. Omne folium igitur, sive simplex est sive complicissimum, cunctas includit communes nutriendi actiones telasque.

Huc denique accedit, quod peculiaribus quibusdam actionibus propria parantur organa singulis telarum generibus instructa. Constituuntur aut integris foliis commutatis, aut separatis tantum foliorum partibus ad perficiendum negotium accommodatis.

Sic ubi gemmula tenera est tuenda, quaedam subpositi foliaris circuli pars in petiolum non abit, sed separata ad tegenda foliola redditur apta. Quem in finem parenchyma ejus imprimis durioribus firmioribusque componitur cellulis, quales in exteriori potissimum strato obviae sunt, ceteris parenchymatis generibus et ipsis vasculis cambioque aut fere aut plane omissis. Foliolum ita in gemmulae tegmentum commutatum et aliam in permutando cortice vim habere, censet, suis argumentis adductus, subtilis ille indagator Klotzsch *). Aequae varia vaginarum stipularumque genera formantur. Vel si caulis alienis rebus affigendus est, ramulos propelli videbis, liberis foliorum partibus destitutos, praeditos contra connatis admodum excultis inque cirrhi formam confertis, id quod, si exemplum quaeris, in *Vite* conspicitur.

Permulta simili modo propria organa mutatis efficiuntur foliis, aut integris adhibitis, aut partibus tantum, aut compluribus congregatis, qualia, ut nomina tantum afferam, bractae, spinae, aculei, squamae, pili, fibrillae, cetera adspectui

*) Klotzsch in: botan. Zeitung 1847, 34.

objiciuntur. Denique vero, perfecto caulis incremento eadem partes originales, folia dico, in diversissimas genitalium organorum formas commutantur. Hos vero eodem modo inspicere harum observationum fines excederet.

Quaeque hucusque allata sunt, quamquam prae ceteris dicotyleum folium, quippe quod summa perfectione gaudeat, contemplatus sum, tamen quod ad communem attinet structuram, aeque in Monocotyledonum provincia valent. Haec enim principalia plantarum genera nullo fere majoris momenti discrimine differre videntur, nisi eo, quod, ut supra cognovimus, altero in alteris modo caulis componitur. Et telarum corticalium structura omnino cernitur eadem, et ipsa fasciculorum natura, minoribus tantum exceptis per singula Monocotyledonum genera differentiis. Singula enim vasculorum genera in varias congregantur fasciculorum formas, quum ipse vasculorum spiraliū fasciculus aliam in aliis exhibeat figuram, eique cetera genera atque cambii funiculus multifariam sint apposita atque conjuncta. Hujus igitur diversitatis duo specimina adjeci (I, 1. 2.). Communem tamen, quem supra exposui, et distributionis et incrementi ordinem aeque constanter Monocotyledones sequuntur ac Dicotyledones. Neque Filicum quidem folii vel frondis, quam dicunt, structura ita multum aliena, id quod et ipse Schleiden comprobavit. Restant tamen accuratius quoque cum ceteris comparanda.

Singulum folium, quomodo crescat, quibus rebus constituatur, qua ratione exstruat caulem, jam observavimus. Explorandum erit, quo modo ipse caulis amplius augeri pergat.

3. *Compositi caulis incrementum exploratur.*

Jam in memoriam revocemus caulem, qualem e foliis singulis vidimus exstructum, atque quaeramus e segmento aliquo transverso, quibusnam partibus tunc praeditus fuerit constructricibus. Quoniam vero dicotyleus caulis a monocotyleo multum differt, separatim eorum provinciae sunt perscrutandae.

a) *Dicotyledones.*

Axem conspicimus in caule dicotyleo medulla completum, circumdatum fasciculis vascularibus, qui attenuato latere axem, dilatato circuitum spectant. In parte corticali quisque fasciculus paullatim in cambialem telam transit, quae funiculum constituit angustum, plerumque leniter curvatum, circuitum versus convexum. Singuli cambiales funiculi inter se cohaerent angustis quibusdam cambialium cellularum stratis, quae circulum formantia elausum, medulla circumcirca a cortice separant. Idem circuitum versus aut in singulos libri fasciculos, aut, deficientibus illis, in ipsum parenchyma corticale aequae paullatim, ac medullam versus in ligneos tubulos, continuo transeunt. Parenchymatis aut duo aut tria strata sunt circumjecta, extrema insuper epidermide cincta. Processus denique medullae inter fasciculos usque ad cambii circulum prominentes radiorum medullarium initia indicant.

Cuncta haec strata nihil esse, nisi ipsorum petiolorum quasi continuationes, jam satis constat. Et cortex quidem descendit, donec folii proxime subpositi cortice substituitur. Fasciculos contra per nonnullos articulos in communi cylindro cambiali decurrere, donec praecedentibus conjunguntur, aequae perspectum est. Infimum folium, vel par foliorum, demissis telis, ipsam produxit radicem. Superiora, quibus

inferiora obstant, singulos tantum fasciculos, quasi processus radicales, foliis prioribus inserunt.

Hucusque singuli cujusque folii partes accuratissime possunt discerni. Jam vero folia, quae connatis partibus commune quoddam construxerunt corpus, tanquam ut id conservent, id augeant, id confirment, omissa singulari et quodammodo privata conditione et studio, non separatis utuntur viribus ad suas quodque res amplificandas, sed, conjunctis opibus universis, nova communitati creant munimenta.

Neque enim singuli amplius agunt cambii funiculi, neque ulli fasciculis e foliis degressis adduntur novi iisque similes. Caulis igitur, quo primum exstructus est modo, porro incrementum nequit, quia circulus in aeternum unus ad totum caulem amplificandum nihil jam potest asferre. Communis contra circuli illius cambialis ordines cellularum intimos paulatim firmatos conspiciamus atque induratos, donec in tubulos vere ligneos mutantur. Qui quidem partim fasciculis illis primitivis adjiciuntur, partim, in eorum scilicet interstitiis, ipsam attingunt medullam (I. 32. 33 β''). Tunc demum clausus apparet ligni tubus, qui quum ordines ordinibus perpetuo addantur, in dies latitudine augetur. Et primis quidem ordinibus creberrima immiscetur passim vascula, sequentibus paulatim rariora.

Incremento hoc modo progresso, segmentum intuentes transversum (I. 25.), clausum conspiciamus circulum ligneum (h, β', γ) multo superantem latitudine fasciculos primitivos (v^1, β'), in foliis singulis ortos, qui quidem singuli et separati ex medullari ejus circuitu in ipsam medullam late prominent. Inter eos conspicias radios medullares novo stratu magis quidem magisque compressos, neque tamen extinctos. Quod quidem stratum cylindraceum e solis descendentibus foliorum fasciculis radicalibus componi, stnduit argumentari

Gandichaud. Recentes ubique e priorum tubo egredi, extra eos decurrere, extrinsecus denique iis apponi opinatur. Nec tamen ullum unquam fasciculum, exceptis singulis illis in quibusdam plantis in corticem demissis, circum transgredi communem, supra explicatum est. Quin etiam tantum abest, ut novissimorum foliorum fasciculi per totam decurrant caulem, inque ipsam demittantur radicem, ut per paucos tantum articulos perveniant, id quod nimium repetere vix posse mihi videor.

Nam in tubo illo fasciculorum unico non omnes in infinitum decurrere fasciculos, inde jam elucet, quod in basi caulis non omnes reperiuntur, ut numero facile edocemur.

Adspectui suppono *Ricini* segmentum supra ipsam radicem sectum, in quo nulli omnino reperiri possunt fasciculi, nisi octo tantum illi ex solis cotyledonibus orti (I. 25. v.). Ceteri longe superius desinunt. Nec minus novo ligni tubo nullos interesse singulorum foliorum fasciculos, differentia quadam probatur, cujus Kunth *) jam fecit mentionem, et quae constantissima est inter primitiva vascula e foliis oriunda et secundaria illa cambio communicato producta. Sunt enim illa singulorum foliorum vascula magna ex parte vero spiralia, haec vero secundaria omnia fere scalaria, punctata, cetera. Sunt deinde primaria vascula sine ordine in fasciculos congregata, rarioribus aucta ligni tubulis, secundaria contra, aequae atque ipsae cambii cellulae, ex quibus orta sunt, una cum permultis interjectis ligni tubulis, subtilissime in radiales ordines conserta. Et in hisce denique ligni tubuli plerumque longe praevalet, vascula spiralia ubique in illis. Quae omnia, si secundarius ille ligni tubus singulis fasciculis

*) Kunth, Lehrbuch der Botanik.

e recentioribus foliis diverso tempore dimissis componeretur, quonam modo possint evenire, difficillime foret intellectu.

Novus profecto ligni cylindrus nec descendit, neque ascendit, immo a latere tantum primitivis apponitur vasculis. Quodsi in inferiore caule latior apparet ac validior, quam in superiore, id non inde resultat, quod quasi pluribus illic, quam hic, decurrentibus componatur fasciculis, sed inde tantum, quod in inferiore caulis parte, quae quidem ante apicem erat perfecta, prius quoque hoc novum incepit incrementum, latiusque ideo progressum est.

Eodem, quo in caule, modo et in radice ligneus tubus augeri pergit.

Plerumque quidem, novis atque novis additis ordinibus concentricis, aequabiliter in omnes partes ligni stratum amplificatur. Attamen occurrunt plantae, in quibus, diverso in aliis partibus incremento, irregularem quandam postea tubus ligneus consequitur figuram, tum varie angulosam, tum profunde lobatam, tum ancipitem, quin etiam in complures singulos tubos prorsus dissolutam. Quarum specimina varia et Karsten *) et prae ceteris Jussieu **) attulerunt.

Sed non solum medullam versus e communi cambii tubo nova prodeunt telarum strata, sed eodem modo altera parte cambii cellulae in distinctas commutantur formas, tum libri tubulos producentes (I. 25. δ.), tum parenchyma (ζ.). Nec tamen continuus ejusdem telae circulus prodit. Sed perfectis primitivis libri fasciculis, parenchymaticae interjiciuntur cel-

*) Karsten, Bemerkungen zu *Cissus officinalis* und *Caulotretus heterophyllus*, Botan. Zeitung. 1846. 7.

**) A. d. Jussieu, über die Stämme verschiedener Lianen, besonders aus der Familie der Malpighiaceae, Annales des sciences nat. sec. sér. T. 15.

lulae, antequam recentes denno sequuntur illius generis tubuli. Itaque tum tubuli, tum cellulae aliae corticem versus vicissim e cambio nascuntur.

Aequae in corticali latere secundaria strata saepe a primariis differunt. Primi enim libri fasciculi saepe numero cellulas ostendunt posterioribus plane dissimiles, easque illis plerumque ampliores, quod specimina ostendunt *Vitis viniferae*, *Caprifolii italici*. Et ipsum parenchyma posterius ortum minime exteriora illa corticis strata aequat, sed intimo uni telarum generi et forma et contento comparari potest.

Pergit hoc modo caulis incrementa capere. Removetur cambium producens, novis utrimque stratis interjectis, aequaliter et ab axe et a circumferentia. Qui initio penitus in eodem funiculo conjuncti fuerunt, ligni, cambii, libri fasciculi, jam late distant, quum primitiva vascula secundo ligno in medio includantur, ad extremum rejiciantur circuitum libri fasciculi, cambio ipso novas utrimque telas emittente. Suae cuique generi adduntur perpetuo cellulae, vascula et ligni tubuli ligno, cortici partim parenchyma, partim libri cellulae, medullaribus radiis solum parenchyma. Id quod Link*) jam amplius explicavit.

Plantae vero, quae unam aetatem vita non superant, haud ita multum incrementi eo, quem enarravi, modo capere pergunt. Instante hieme axis productus una cum foliis productioribus emoritur. Ceteris tamen, quae longiore vita gaudent, partibus foliorum liberis et distinctis plane abjectis, nullum obstat, quominus in infinitum illo modo amplificentur, impedimentum. In illis, quae dicuntur arborescentes, pro anni temporibus accessio nonnihil variat, quam ob rem anni-

*) Link, über das Anwachsen der Theile in den Pflanzen. Abhdl. d. Akad. d. Wissenschaften Berlin 1845.

versarios illos, quos vocant, licet animadvertere circulos, de quibus cum tempore comparandis accuratius Unger *) disseruit.

Sed cortex minus simplici modo quam lignum increscit. Lignum enim ejusdem fere functionis similisque formae cellulas amplectitur, cortex diversas.

Et primum quidem animadvertimus in cortice epidermidi, quippe quae, ad totius canlis incrementum procedens relata, in circuitum satis extendi nequeat, sufficiens adjumentum adjici. Exstare igitur videmus telarum genus plane novum, quod cellulae componunt prismaticae, teneris instructae parietibus, accuratissime ordinibus compositae radialibus. Quod quidem Mohl **) communi nomine „stratum suberosum” vocat, proprio, si compressis tantum construitur cellulis „periderma.”

Origo peridermatis, ut totum genus simpliciore hoc nomine amplectar, inter ipsam epidermidem et extremum parenchymatis ordinem quaerenda est. Singulus primum apparet cellularum ordo, atque arcte adjicitur epidermidi, continuo sequuntur novi ac novi, sequentibus ubique priores circuitum versus rejicientibus. Quare extremae quaeque adultissimae apparent cellulae, intimaeque cernuntur angustissimae, velut cambiales.

Contendit quidem Schleiden ***), in ipsis epidermidis cellulis primas peridermatis oriri atque augeri, discissis utroque illius parietibus longinsque semotis. Attamen, quum saepissime epidermidis cellulas extremo peridermatis ordini,

*) Unger, über die Bildung d. Jahreslagen dikotyledonischer Holzpflanzen. Bot. Zeit. 1847. 16.

**) Mohl, über die Entwicklung des Korks und der Borke.

***) Schleiden, Beiträge zur Anatomie der Cacteen.

quamvis id amplius increverit, insidere conspiciamus integerrimas, quum praeterea illae cum peridermatis cellulis alternent, neque radialibus earum ordinibus assertae sint, has oriri vel in illis vel deletis illis, statui omnino non posse videtur.

At alii sunt permulti, qui extremas ipsius parenchymatis cellulas in suberosas illas commutari putent. Sed quo modo parenchyma, quod, quamvis peridermati vicinum sit, saepe tamen amplioribus et pinguioribus sine ordine componitur cellulis, variis rebus expletis, transire possit in tenuissimas illas suberosas cellulas, quales saepissime occurrunt, subtilissime ordinibus compositae ac plerumque vacuae, equidem certe non intelligo.

Immo vero suo loco periderma sponte prodit, proprio cellularum genere constitutum. Varia omnino est suberi forma, cellulis tum planis, parvulis, ut in *Fago sylvatica*, *Carpino Betulo*, *Tilia europaea*, *Juglande regia*, *Quercu pedunculata*, ceteris, tum amplis secundum radii viam elongatis, in ordines consertis aut paucos aut multos, ut in *Viburno Lantana*, *Acere campestri*, *Ulmo suberosa*, *Quercu Subere*, *Syringa vulgari*, *Sambuco nigra*, ceteris. Ea tamen communis hujus telae natura cernitur, quod, pro incremento paullatim procedente, lacerata ipsa epidermide atque abjecta, vel extremi perpetuo peridermatis ordines exsiccantur ac divelluntur. Reproductis tamen aequè perpetuo novellis in circuitu interiore cellularum ordinibus, hoc strato in dies aucto novum totius caulis involucrum efficitur firmum ac perpetuum.

Respicientibus jam nobis ad interiora corticis strata imprimis varium occurrit libri deinceps factum incrementum. Aliis enim in plantis perpetuo novi oriuntur e cambio libri fasciculi, prioribusque adjiciuntur, iique pro ipso cambii

ambitu paulatim amplificato plures ac plures. Unde efficiuntur, quum sequentes omnes singulis iis primitivis ex ordine aggregentur, systemata quaedam fasciculorum magna, quae transverse secta figuram exhibent triangularem, cujus basis in cambio posita, apex circuitum spectat; id quod elegantissime visui offertur in *Tilia europaea*, *Juglande regia*, aliis. In aliis autem rariores sequuntur libri fasciculi, passim dispersi, tum debiles, tum validi, in aliis denique secundarii prodeunt plane nulli, id quod in *Betula alba*, *Acere platanoide* cernitur.

Quotcunque vero nascuntur libri fasciculi, parenchyma certe in infinitum crescere pergit, aut interjectum iis, aut solum. Nec minus medullares radii in dies e cambio prolongantur, vel etiam, ligni tubo extrinsecus varie fissis, augentur.

Tarde demum interdum in parenchymate cellulae occurrunt vario modo mutatae, ut et induratae illae, quae in *Fago*, *Carpino*, aliis permultis exstant, et ceterae, quas cunctas accuratissime perscrutari non hujus observationis est.

Simul ac recentia strata increseunt, partes illae primitivae emoriuntur. Medullam jam supra vidimus exsiccata. Sequuntur, qui primum constituerunt tubum ligneum, fasciculi, deinde alii atque alii magis magisque circuitum versus positi. Item et epidermidem et extremum peridermatis ambitum gradatim conspeximus deleri. Plerisque tamen in arboribus non modo extremum periderma destruitur, id quod in *Fago sylvatica* observatur, sed interiorum quoque corticis telarum partes abjiciuntur. Quam ob rem nova exstant peridermatis strata in medio parenchymate, quae diversas ejus partes oblique pervehunt, et cum externo peridermate circumcirca coudunt, ita ut magnae totius corticis partes, squamarum instar, separentur. Quae squamae, paulatim

extrinsecus emortuae, intrinsecus auctae, crassum illud ac rugosum truncorum tegmen formant, quod vocatur „rhytidoma.” In aliis diu permanent, ut in *Quercu*, *Populo*, *Tilia*, *Acere*, ceteris, in aliis continuo abjiciuntur, ut in *Platano*.

Hoc modo cuncta gradatim primaria corticis strata omituntur, primum enim abjicitur epidermis, deinde periderma, tum cetera, quae e foliis orta sunt, parenchymatis strata, quae quidem Mohl communi quodam „nomine involucri cellululosum” („zellige Hülle”) vocat, denique ipsius libri interiorisque parenchymatis particulae omittuntur.

In quibusdam plantis secundum legem constantissimam certa per annos strata perpetuo et abjiciuntur et reproducuntur, quae e libro et parenchymate certo numero et ordine alternatim componuntur. Unde elegantissima corticis structura efficitur, qualis in *Vite vinifera*, *Caprifolio italico*, aliis obvia est.

Jam igitur omnes partes foliis singulis progenitas, quae primum effecerunt caulem, postquam ad axem huc, illuc ad circuitum semotae sunt, plane expulsas ac deletas videmus. Vitae sedes in cambii permanet vicinitate. Hic nova pergunt oriri strata, hic gemmulae quoque nascuntur novellae, non jam singulis foliis, sed communitate productae, tanquam novae individuorum congregationes, novum exstructurae ramulum. Aequae radices recentes pergunt emitte, tanquam simplices compositi caulis processus.

Tamen, quamvis novae exstiterint formae, similes certe iisdem functionibus subveniunt. Substituuntur spiralibus vasculis primitivis sequentia illa scalaria vel punctata. Epidermidi periderma, involucri celluloso primario novum illud interius parenchyma substituitur, quod idem Mohl apte „stratum librosum” („Bastschicht”) dicit.

Caulem adspicimus quasi recreatum, novum, tamen, si originem spectamus, primitivo illo, vel potius foliis ipsis productum. Creaverunt prima folia quasi solum, cui cetera omnia insererentur.

De singulorum vero caulis articulorum telarumque incremento continuato, si quis accuratius institui se cupiat, eum delego ad subtiles illas observationes, quas Unger *), Harting **), Münter ***) hac de re instituerunt.

b. Monocotyledones.

Non aeque in monocotyleo caule atque in dicotyleo perspicuus videtur amplificandi modus. Illic telarum systemata, initio in unum conjuncta, accuratissime discedere vidimus in duas partes, ligneam et corticalem, cambio ipso et separante et reproducente. Hic fasciculi in aeternum permanent singuli, dispersi, sejuncti.

Quam ob rem, quum ad communem quandam actionem nunquam se conjungant cuncti, caulis incrementum in singulis potissimum fasciculis increscentibus positum esse videtur. Attamen, quamvis et monocotylei fasciculi vasculares suo quisque cambii funiculo sint praediti, in infinitum tamen inde fasciculus augeri nequit. Vasculis enim e cambii funiculo haud ita multis productis, totus funiculi ambitus in libri vel ligni tubulos indurescit, qui vasculorum fasciculum

*) Unger, über das Anwachsen der Internodien, von anatomischer Seite betrachtet. Botan. Zeitg. 1844. S. 498.

**) P. Harting, Beobachtungen über das Wachsthum der Pflanzen.

***) J. Münter, observationes physiologicae. — Idem, Beobachtungen über das Wachsthum verschiedener Pflanzentheile. Bot. Zeitg. 1843. 5 — 8, 44 — 47.

ipsumque cambium tanquam firma vagina cingunt, et, quominus porro dilatetur fasciculus, prohibent.

At multo crassior ac robustior saepissime apparet inferior caulis pars, quam quae hoc solo fasciculorum singulorum incremento amplificata esse possit. Quin etiam ipse fasciculorum numerus in basi major cernitur quam in partibus superioribus. Fieri igitur vix potest, quin novi paulatim fasciculi in caulem intrent.

Hi tamen in ipsa medulla, quae totum inter fasciculos spatium explet internum, descendere nullo modo possunt, quum solo in cambio vascula gigni queant. Est vero in multis monocotyleis caulibus quoddam cambialis circuli genus, quale e *Stenotaphro*, *Asparago*, *Dioscorea*, aliis jam antea explicatum est. Hoc e novissimis quibusque fasciculis constituitur. Validissimos cujusque articuli fasciculos, e vetustissimis scilicet foliis ortos, medium ubique tenere locum, aequè jam commemoratum est.

Jam igitur conjiciendum videtur, quoad caulis in latitudinem increseat, extremos fasciculos tenuissimos in dies alios atque alios, quippe qui e novellis decurrerint foliis, e tubo illo cambiali secerni atque axem versus promoveri. Vel ut paucis dicam, ille increscendi modus, quo singula in apice folia recentia caulem constituunt atque prolongant, suosque in communem axem demittunt fasciculos, per totum increscendi tempus continuatur idem, ita ut, quae de novello caule antea accuratius explicata sunt, aequè valeant in adulto. Neque in eo quidem omnes eunctorum foliorum fasciculos per totum caulem e communi illo libri vel cambii tubo axem versus egredi, fasciculorum numeri e diversis caulis regionibus comparati luculentissime docent.

Quod igitur Mirbel dicit, caulem amplificari novis continuo ex interiore caulis circuitu progressis fasciculis, id eo tantum, quem exposui, modo cogitari potest, quum liberi

fasciculi, separati nullique folio addicti, quasi sponte ascendentes nusquam reperiantur.

Hac ratione increscere poterit caulis, quoad in cambiali statu illius tubi communis cellulae permanent, necdum in librum indurescunt. Caules contra, in quibus ejusmodi tubus cambialis non occurrit, simul ac singuli fasciculi increscere desinunt, et iidem amplius augeri non poterunt.

Inde liquet, caulis monocotylei incrementum intra angustos tanquam fines esse coërcitum, neque progredi in infinitum. Communem vero foliorum conjunctis viribus actionem aut mancā esse, aut plane nullam.

Aequē cortex monocotyleus, quamvis dicotyleo omnino similis, stratis novis, ut ille, funditus reproduci non videtur.

Illa igitur, quam multi constitutam volunt, differentia, monocotyleum caulem intrinsecus, extrinsecus dicotyleum crescere, nullis nititur argumentis, quum et in Monocotyledonibus, si qui oriuntur fasciculi recentes, hi aequē, atque in illis, a cambio prioribus axem versus adjiciantur.

c. Filices.

Filicem denique caulis neque ullo, nisi quem jam in primo incremento explicavi, modo augeri videtur, neque omnino amplius crescere, postquam adoleverunt singula folia ut constructores. Quam ob rem, semel exstructus, in latitudinem increscere plane nequit.

Attamen hic quoque componitur partibus alteris, quae e singulis oriuntur foliis, corticem dico propriosque foliorum fasciculos, alteris communi eorum actione conjunctis, qui sunt mediani illi vel connexivi vasculorum ascendentium fasciculi et, qua cinguntur, medullaris tela. Quomodo illi, in primo folio exorsi, in quoque deinceps petiolo recentibus additis ascendendo augeantur, jam supra descripsi.

Duae igitur in caulis incremento discerni possunt, ut ita dicam, periodi, quae, quamvis non tempore ubique, modo tamen semper sunt distinctae. Primum e singulis foliis caulis exstruitur, tum exstructus suo modo augetur. Singulis foliis incrementum primum, continuatum universis est tribuendum. Itaque, etiamsi in adulto caule partes occurrant ipsius propriae, tamen ne illae quidem naturam caulis demonstrant ab origine propriam, quum non ante folia, id quod luculentissime constat, immo vero post ea, quin etiam intra ipsas illorum particulas exorsae sint.

Sed ut folia singula pro multiplici vitae ratione, variis telis praevalentibus, formas exhibent varias, caulis quoque species occurrunt diversissimae. Tum, brevioribus tantum foliorum partibus compositus, ipse apparet depressus, tum, longioribus exstructus, in gracilem extenditur formam, tum, omnibus telarum generibus quasi in unum et informe corpus compactis, in globosam fere figuram intumescit. Modo valido secundarii ligni strato ad multas hiemes perdurandas robustissimus redditur, modo, parvula ejus copia reproducta, debilibus tantum fasciculis erigitur, et praecoci permittitur morti.

Sed non solum sua quaeque species donata est caulis forma, verum etiam planta singula, pro actionis diversitate, variis per increscendi tempus utitur formis.

Sic, ut speciminibus utar, quae repentes dicuntur, plantae folia gignunt alia breviter connata, magnis instructa laminis, alia, quae, laminis fere omissis, longis tenuibusque suis articulis connatis longissima efficiunt sarmenta, quibus nova sibi occupent loca incolenda. Bulbiferas affero plantas, quae primum confertissimos producunt articulos, creberrimis instructos radicibus, quo majorem arripiant nutrimenti vim, postea gracillimis utuntur caulibus ad flores in altum effe-rendos.

Tuberosas propono, quae tum caules herbaceos, tum pinguia producunt tubera, ad perficiendas aestivas, ut ita dicam, actiones illos, haec ad vitam per hiemem tutius conservandam.

Berberis, *Asparagus*, aliae, graciles proagunt caules, suis quidem destitutos laminis, gemmulis tamen donatos, quarum folia axem communem non prolongant, sed laminas praestant eo perfectiores. *Phyllanthus falcatus* aequae laminis eget, ramuli vero toti biseriatis componuntur foliis prorsus connatis, quae in tota superficie laminares telas ostendunt. Scandentes denique plantae debiles tantum producunt caules, paucis fasciculis instructos, cirrhos contra vario modo emittunt permultos, quibus ascendant.

Ex relatis mihi jam satis videtur elucere, quotquot sunt caulis species, quas variis nominibus truncos, caudices, cormos, culmos, scapos, stolones, sarmenta, flagella, pedunculos nominant, eadem lege exstrui cunctas ex individuis quibusdam partibus, quae, quaecunque simulent formam ejusdem tamen et originis et intimae naturae sint universae.

4. *Consequentia ex observatis summatim componuntur.*

Liceat denique, quae passim ex rebus observatis conjectata sunt, paucis verbis ita repetere.

Plantae vascularis initium aut folium singulum est, aut duo geminata.

Et singulum illud, et haec geminata in plantis monocotyleis et dicotyleis tubum constituunt vel etiam infundibulum circumcirca clausum, qui infima parte radicem format, media caulem, summa petiolos laminasque.

Primo folio gignitur secundum, secundo tertium, tertio quartum, cetera ceteris.

Omnia insequentia aut circulum completum, aequè ac primum, aut quandam certe circuli partem exhibent.

Omniùm insequentium pars infima, tanquam processus radicalis, folio genitori immersa est, media suum constituit caulis articulum, novumque folium gignit, summa inferne in petiolum decedit, superne dilatatur in laminam.

Filicum folium primitivum non tubulosum est, sed dilatatum, neque in fundo gemmulam gignit, sed in latere.

Neque unquam insequentia Filicum folia circulos exhibent, sed ubique tantum circuli partes, nec tam in foliis, quam juxta folia nascuntur recentia.

Plerumque igitur folium posterius infima parte priori non immergitur, sed suam quodque constituit radicem.

Dicotyleum folium circulare funiculi percurrunt cambiales, superne dissipati, reorsum congregientes, tum in tubum compositi atque conjuncti, denique in unum confluentes.

Ubi funiculi discedunt, tubus cambii fornicis in modum clauditur. In vertice recentia nascuntur foliorum germina.

Monocotyleum folium circulare funiculi percurrunt, superne aequè dissipati, reorsum congregientes, tum vero confusi et contexti, denique in unum radicalem funiculum conferti ac demissi.

Ubi contextuntur funiculi, magnum cambii tuberculum constituunt, punctum vegetationis, in quo nova nascuntur foliorum germina.

Et haec quidem singula prodeunt, prioribus ubique cincta vel inclusa, nulli axi insidentia, ipsum occupantia verticem, excepta intima tantum particula sola, unde vegetationis punctum reproducatur, novumque gignatur insequens germen.

Novellum folium prius e cambio componitur totum, tum ejus circuitus in parenchyma mutatur, relictis in medio cambii faniculis.

Omnes e cambio producantur telae, primum epidermis, deinde parenchymatis varia genera et corticalia et medullaria, tum vascula primitiva, tum ligni tubuli primi, liber tandem, denique secundaria ligni librique strata. Solum periderma suo oritur loco.

Prima in Dicotyledonibus vascula axem versus gignuntur, cetera extrinsecus iis apponuntur. Libri tubuli primi circuitum versus prodeunt, cetera ea intrinsecus sequuntur, ita ut cambii tubus permaneat intermedius.

Sequentis cujusque folii fasciculi vasculares superne suum constituunt cylindrum, inferne unico prioris folii tubo certo ordine interponuntur, per paucos descendant articulos, denique ipsis prioribus fasciculis constante lege conjunguntur.

Omnes in Monocotyledonibus fasciculi primum petunt axem, ibique paullum modo, deinde extra priores descendant, multos exhibentes circulos irregulares.

In Filicibus vero foliorum fasciculi communem quandam inter se producant fasciculum medianum, cui omnes seriatim adnectuntur. Ille, semel constitutus, crescere in latitudinem desinit.

Caulis igitur omnis extruitur novis periodice ortis in apice individuis partibus, quae prioribus inseruntur.

Nulla est in caule particula, nisi folio attribuenda singulo, excepto solo cambii vertice, qui et ipse continuo mutatur neque unquam permanet. Totum caulem in singula licet disjungere folia.

Axis igitur, quem dicunt, e foliis componitur, neque ea antecedit, neo gignit, sed una cum iis ipse nascitur.

Folia vero, axe semel constituto, liberas abjiciunt partes, atque, imprimis in Dicotyledonibus, communi quadam actione novis stratis eum cingunt, confirmant, recreant.

Quare denique, primis caulis partibus plane amissis, quasi novus caulis novis inter priora stratis reproducitur.

Caulis igitur primitivus e singulis foliis componitur, secundarius contra ex universis producitur.

Itaque folium est vere individuum, caulis tantum compositus. Folium quam telas, tam functiones plantae vitales amplectitur cunctas. Quidquid in planta positum, ex folio quaerendum est. E folio mutato omnia prodeunt plantarum organa.

Haecce proposita omnibus esse plantis communia, contendere non valeo, quum, quanta est formarum diversitas, paucas tantum examinaverim. Attamen pauca illa eandem ubique legem comprobaverunt, quae igitur ex ipsa plantarum natura consequi videtur.

Neque equidem excogitatam quandam theoriam vano studio defendere voluerim, immo vero observatis tantum quibusdam rebus ad vegetabilem naturam rectius perspiciendam paullulum afferre, conatus sum.

Explicantur tabulae.

Singulae plantarum partes telarumque diversa generalissem per omnes figuras indicantur litteris hisce:

Numeris 1, 2, 3, 4, cet. significantur vel folia ex ordine insequentia, vel paria foliorum, partesve eorum propriae, ita ut numero 1 aut cotyledon, aut infimum certe figurae propositae folium, aut Filicum prothallium indicetur.

Porro significantur litteris:

f. Folia.

r. Radices.

v. Vasculorum cambiique fasciculi.

(w. Minores quidam fasciculi, in *Stenotaphro* scilicet obvii.)

c. Tubus cambialis.

p. Punctum vegetationis.

h. Ligni secundarii tubus.

g. Gemmulae axillares.

s. Stipulae vel vaginae.

l. Foliorum laminae.

n. Foliorum costae.

i. Seminis testa.

α. Tela cambialis.

β. Vascula.

β'. Vascula primitiva.

β''. Secundaria.

β^c. Vascula Filicum mediana vel connexiva.

γ. Ligni tubuli.

δ. Liber.

ε. Medulla.

ζ. Parenchymatis stratum interius.

η. Ejusdem stratum exterius.

θ. Ejusdem stratum extremum sive collenchyma.

ι. Tela laminaris propria.

κ. Epidermis.

λ. Pili.

μ. Fibrillae radicales.

ν. Telarum lacunae.

T a b u l a 1.

Dicotyledonum figurae.

1. *Rhei tartarici* embryo, e semine depromptus, per medias cotyledones fissus.
2. Ejusdem segmentum per radiculae initium transverse sectum
3. Aliud segmentum supra punctum vegetationis excisum.

- 4 — 11. Plantae paullo adultioris segmenta transversa, ex separatis petiolis usque in radicem pergentia.
12. Ejusdem segmentum media parte per axem decurrens.
- 13 — 18. Plantae pluribus jam foliis instructae segmenta transversa, aequae radicem versus pergentia.
- 19 — 21. *Ricini communis* segmenta in media novellae cujusdam plantae parte, ubi scilicet cotyledones discedunt, radicem versus pergentia.
22. 23. Ejusdem speciei segmenta transversa ex adultioris plantae gemmula terminali excisa.
24. Ejusdem gemmula terminalis per axem secta.
25. Segmentum per infimum caulem transverse factum.
26. Major laminae costa transverse secta.
27. Minor costa aequae secta.
28. Totius novellae laminae, in gemmula complicatae, segmentum transversum.
29. Gemmula terminalis novellae *Vitis viniferae* transverse secta.
30. Ejusdem speciei plantula, duobus tantum foliis instructa, transverse secta sub gemmula terminali.
31. Eadem per articulum proximo inferiorem secta.
32. Eadem in cotyledonum discessu transverse secta.
33. Eadem in infimo caulis articulo intersecta.
34. Ejusdem radix aequae secta.
35. *Echinocactus* germinans per axem dissectus.
- 36 — 42. *Urticae urentis* segmenta transversa, per infimos articulos in ipsam radicem pergentia.

T a b u l a II.

Monocotyledonum figurae.

1. *Smilacis asperae* fasciculus vascularis e caule depromptus transverse sectus.
2. *Asparagi officinalis* idem fasciculus.

3. Gemmula axillaris *graminea*.
4. Novellae *Iridis atomariae* gemmula transverse secta.
5. Eadem basi percisa, ubi cotyledoni immersa est.
- 6—11. Plantae paullo adultioris segmenta a gemmulae apice usque ad punctum vegetationis pergentia.
12. Eadem per axem fissas.
13. *Asphodelus clavatus* germinans in media parte per axem fissus.
- 14—20. Ejusdem segmenta ab apice usque ad radicem pergentia.
21. Parvulus *Crini asiatici* L. embryo e semine depromptus, naturali sua forma.
22. Ejusdem pars infima per axem cotyledonis secta.
23. Idem adultioris plantae segmentum.
24. *Hyacinthus serotinus* in embryonis basi per axem cotyledonis sectus.
25. 26. Ejusdem speciei plantulae germinantes, forma naturali.
27. Plantulae paullo adultioris gemmula transverse secta.
28. *Alisma lanceolatum* novellum per basin transverse sectum.

Segmentorum transversorum loca, ubi segmentis per longitudinem factis coincidunt, suis numeris notata sunt.

T a b u l a III.

Filicum figurae.

1. 2. *Cyathea aurcae* prothallia germinantia.
- 3—9. *Aspidii Nephrodii mollis* Sw. plantae novellae, varios incrementi gradus exhibentes.
10. 10a. *Anogrammae chaerophyllae* Lk. similia specimina.
- 11—17. *Struthiopteridis germanicae* segmenta transversa, radicem versus pergentia.
- 18—31. Transversa *Nephrolepidis tuberosae* Presl segmenta, aequae radicem versus pergentia.

Systematum vascularium effigies quaedam ad leges distributionis compositae.

32. Systema vasculorum dicotyleum ex *Mesembrianthemum cordifolium* propositum.
33. Idem ex *Urtica urente* depromptum.
34. Systema filicinum e *Nephrolepide tuberosa* propositum.
35. Systema monocotyleum ex *Stenotaphro americano* per longitudinem fissum.

V I T A.

Natus ego sum Ioannes Ludovicus Aemilius Robertus Hanstein, Postampii, Idibus Majis anni hujus saeculi XXII., patre Io. Aug. Ludovico Hanstein, ecclesiae St. Nicolai pastore, matre Aemilia e gente Selloniana. Addictus sum fidei evangelicae.

Jam puero mihi octo annos nato praematura morte pater ereptus est, qua re commota mater, quam adhuc veneror superstitem, Berolinum transtulit domicilium. Postampiensi jam schola civili primis imbutus litterarum elementis, tum hic privatim instructus, in gymnasium denique Berolinense receptus sum anno h. s. XXXIV., cujus classes quartam, tertiam, secundam, directoribus primum Koepkeo, postea Ribbeckio, viris honestissimis, utroque jam defuncto, annos quattuor et dimidium frequentavi.

Tum vero et mala valetudine, quominus studere litteris humanioribus pergerem prohibitus, et summo rerum naturalium amore ac singulari quadam propensione incitatus, relicto gymnasio, ad hortulanam artem me contuli ediscendam. Quum in hanc, receptus inter alumnos instituti regii ad instruendos hortulanos erecti, directoribus Ottone, Lenneo, P. Boucheo inspectore dignissimo, in horto botanico Berolinensi aliisque regiis in hortis et Berolini et Postampii per

quinque annos incubuissem, ejusdem instituti testimonio praeditus sum. Quum vero per totum id tempus natura potissimum plantarum gauderem magis magisque cognoscenda, atque omnino theoriae, quam vocant, animo percipiendae majorem operam darem, quam exercendis manu artificiis, quum et hac in inclinatione magnopere augerent me confirmarentque viri humanissimi Albertus Dietrich, H. Sello, G. Legeler, summa cum voluptate occasione, quae illis praebetur alumnis, usus sum opportunissima, doctrinis quoque rerum naturalium hac in litterarum universitate studendi.

Quare huc reversus, academicorum civium numero, Laehmanno rectore magnifico, spectatissimo philosophorum decano Dietericio, et primum quidem separato immaturorum albo, anno h. s. XLIV. adscriptus sum.

Hic vero studio illarum, ad quas potissimum inclinabat animus, doctrinarum admodum delectatus, et summa virorum amplissimorum Kunthii et Lichtensteinii benevolentia, ut interiora earum ingrederer, maxime sublevatus atque adjutus, jam ad colendas illas totum me convertere cepi consilium. Attamen propositum hoc, quamvis desideratum, dubito an nunquam perfecissem, ni mihi adfuisset vir nobilissimus, qui primus me, ut novam capesserem vitae viam, excitaret, et dubitantem confirmaret, et recrearet timidum, et rudem adhuc in litterarum provinciam reduceret, tutor dilectissimus Augustus Jacob, cujus summae et vere paternae benignitati, etiamsi unquam gratiam tot beneficiis accommodatam referre nequeam, tamen, quin exiguum quoddam pietatis monumentum hoc ex intimo animo statuam, facere non possum.

Itaque quum denuo litteris studuissem philologicis, tribus jam semestribus praeterlapsis, absoluto examine, director illustrissimus Bonnell professoresque gymnasii Fridericiani Berolinensis maturitatis testimonio me ornaverunt. Quo facto totum jam animum attendi ad augendam mihi rerum natura-

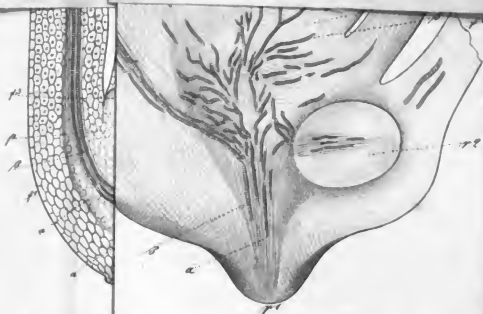
lium cognitionem, ita ut per septem omnino semestria lectionibus interfuerim virorum illustrissimorum: zoologicis Lichtensteinii, H. Troschelii, Ehrenbergii, Erichsonii; anatomicis ac physiologicis J. Mülleri; botanicis Kunthii, C. H. Schultzii, Linkii; mineralogicis G. Rosei; geologicis Gumprechtii, Girardi; chemicis H. Rosei; physicis Dovei, Magni, Poggendorffii; geographicis ethnographicisque Ritteri. Nec non aliis de rebus andivi disserentes praecipue Trendelenburgium de philosophicis; Rankium, Ad. Schmidtium de historicis; Ohmii de mathematicis. Quibus omnibus viris amplissimis optime de me meritis, aequae ac ceteris, quorum alias frui sum liberalitate, quam maximas ago ac semper habeo gratias.

Nec tamen, qui in amplificanda naturae scientia elaborare velit, quotquot scholas frequentaverit, librisque usus sit optimis, hac in re ita multum proficiet, nisi et ipse inspiciere conetur singularum rerum iadotes naturasque. At difficillima ad ingrediendum haec via tironi est imperito nec ducto experta majoris alicujus manu. Itaque id plurimi facio, quod vir ille honestissimus, cujus imprimis laetor consuetudine, liberalissimus Klotzsch experimenta mea, id quod pie confiteor, consiliis sententiisque suis comiter mihi communicatis maximopere adjuvit omnibusque in rebus auxit, qui quaerentem me nunquam defecit, sed, ubi erravi, vere humana sua in me voluntate viam monstravit rectam. Hic igitur, quum digniorem ei gratiam referre non posse mihi videar, quam ut suam in excolenda naturae scientia sequar rationem, ut, quanti praecepta sua existimem, ex libello hocce percipiat, penitus opto.

T H E S E S.

1. In excolendis puerorum ingeniis non minus valet rerum naturalium quam veterum linguarum studium.
 2. Organica ab anorganicis non per accidens differunt sed ipsa substantia.
 3. Leguminosis summus in plantarum ordine locus tribendus est.
 4. Mammalium systema secundum digitorum formam compositum a natura abhorret.
 5. Geologorum est, systemata, quae ex animalibus plantisque vivis physiologi constituunt, comprobare e fossilibus.
-

10 JY 61



Autor del.

C.F. Schmidt lith.

